

# NOTICE SUR LA CARTE PÉDOLOGIQUE DE L'ANKAIZINANA

par

P. SÉGALEN et G. TERCINIER

## SOMMAIRE

INTRODUCTION . . . . .	181
LA RÉGION . . . . .	183
LES FACTEURS DE LA PÉDOGÈNESE . . . . .	184
LES SOLS	
a. — Histoire des sols . . . . .	196
b. — Principes de classification . . . . .	197
c. — Les sols zonaux . . . . .	198
d. — Les sols hydromorphes . . . . .	209
e. — Les sols alluviaux . . . . .	219
f. — Note sur les sols du plateau de Bemanevika-Marangaka . . . . .	227
POSSIBILITÉS DE MISE EN VALEUR . . . . .	229
CONCLUSION . . . . .	237
ANNEXES	
a. — Description des profils et lieux de prélèvement des échantillons . . . . .	238
b. — Les méthodes analytiques . . . . .	257
c. — Les résultats analytiques . . . . .	259
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	282

## I. — INTRODUCTION

L'Ankaizinana est connue depuis longtemps comme l'une des régions les plus intéressantes de Madagascar. Elle a été étudiée à différentes reprises par des naturalistes qui ont attiré l'attention sur les possibilités qu'elle offrait.

PERRIER DE LA BATHIE (11) en 1909 et ROUQUETTE (12) en 1913 en décrivent les caractéristiques botaniques. DECARY (2) en 1923, dans sa monographie du district de Maromandia, en donne les principaux traits économiques. BESAIRIE (5) en 1932-33 établit la carte géologique des parties ouest et sud de la région et publie quelques analyses de sols.

FRANÇOIS (3) en 1933 parcourt l'Ankaizinana à son tour et publie de son voyage un compte-rendu enthousiaste. Lentement, la mise en valeur économique débute par l'introduction du Caféier d'Arabie, planté aux abords de la plupart des villages. L'attaque des Caféiers par *Hemileia vastatrix* provoque

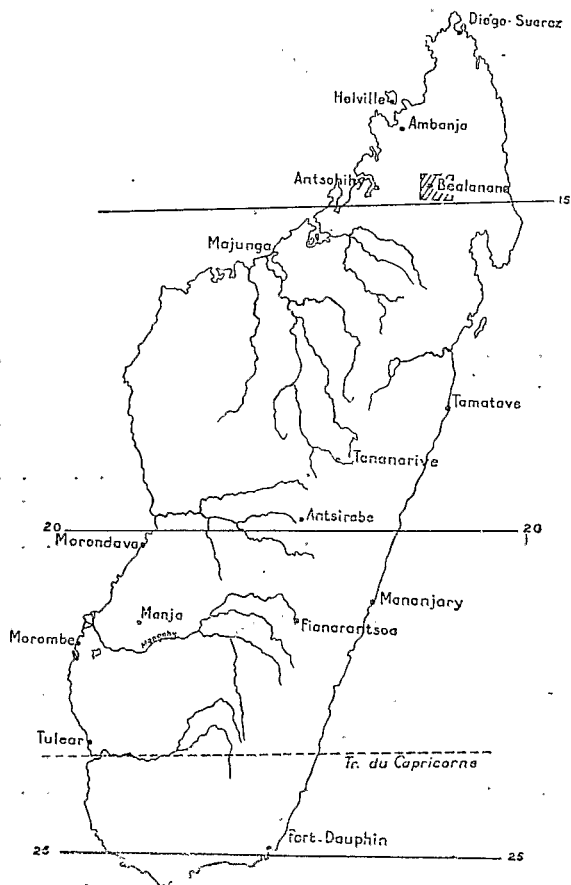


FIG. 1. — Position de l'Ankaizinana ; carton au 1/9.000.000°.

la venue en 1935 de BOURIQUET (14) pour étudier les dégâts causés. Au tableau qu'il donne de la région sont jointes quelques analyses de sols.

Le Service de l'Agriculture décide la création de fermes expérimentales. Celle d'Ambondrona dans la plaine de Mangindrano est bientôt remplacée par la station agricole de Betainkankana au sud-ouest de Bealanana. Un plan d'aménagement hydraulique est établi et des travaux de déroctage des seuils des rivières commencent (Betainkankana et Ambatoria). Une

route carrossable (une partie de l'année seulement) est ouverte en 1942 entre Bealanana et Antsohihy, à travers un terrain particulièrement mouvementé.

L'Institut de Recherche Scientifique de Madagascar a entrepris en 1950 l'étude des sols de la région. La prospection a porté essentiellement sur les plaines et cuvettes, ainsi que sur le plateau volcanique de Bemanevika. En dehors des plaines et de la région centrale, seules des prospections de reconnaissance ont pu être effectuées, tant à cause du manque de fonds topographiques qu'à cause de difficultés de pénétration.

## II. — LA RÉGION

### Localisation et limites

L'Ankaizinana, située à la limite des bassins versants du canal de Mozambique et de l'Océan Indien, se situe au Centre-nord de l'Ile (Fig. 1), au sud des derniers contreforts du massif du Tsaratanana. Situé à environ  $14^{\circ} 30'$  de latitude Sud, Bealanana, le chef-lieu, est distant de 100 km, à vol d'oiseau de la côte Ouest et de 170 km. de la côte Est. Les limites nord sont constituées par les monts Marangaka et Ambondrona ; à l'est s'élève une longue chaîne à peu près rectiligne orientée nord-sud ; au sud le plateau d'Antsakabary ; à l'ouest l'Ankaizinana se termine par une falaise abrupte dominant la plaine côtière de plus de 1.000 m.

### Topographie

On peut distinguer trois grands ensembles : les plaines, les plateaux et les montagnes (Fig. 2).

L'Ankaizinana doit son intérêt et son originalité à la présence d'un certain nombre de cuvettes alluviales ou lacustres. Ce sont les plaines de Mangindrano (35.000 ha. env.), de Bealanana (8.000 ha. env.), de la moyenne Maevaranano (11.000 ha.), de la Haute-Sofia (2.700 ha.), de la Haute-Manampatrana (7.000 ha.). Ces plaines, sauf celle de Mangindrano, sont très morcelées ; il faut leur adjoindre des digitations souvent très petites mais qui, par leur nombre, n'en ont pas moins une très grande importance. L'ensemble est situé entre 800 et 1.100 m. Toutes ces plaines, fréquemment marécageuses, sont serties de petits volcans dont beaucoup ont encore des formes bien conservées.

Au nord-ouest s'élèvent deux plateaux volcaniques accolés : Bemanevika et Marangaka (1.600 et 1.800 m.). Le premier est encore assez boisé et est constitué par un certain nombre de plaines élevées séparées par des appareils volcaniques très frais. Le deuxième, également volcanique, est probablement d'âge plus ancien, car il est entamé par de profondes vallées ; il est recouvert





a) *Les gneiss occupent la plus grande partie de la surface et constituent tout le centre de la zone étudiée. BESAIRIE a distingué des gneiss à plagioclases et microcline et des gneiss à biotite. Ces gneiss présentent une structure isoclinal à plis très redressés. On rencontre également des micaschistes dans la zone sud-est, des cipolins près d'Ambatoria où ils sont exploités comme pierre à chaux, des pyroxénites en différents endroits.*

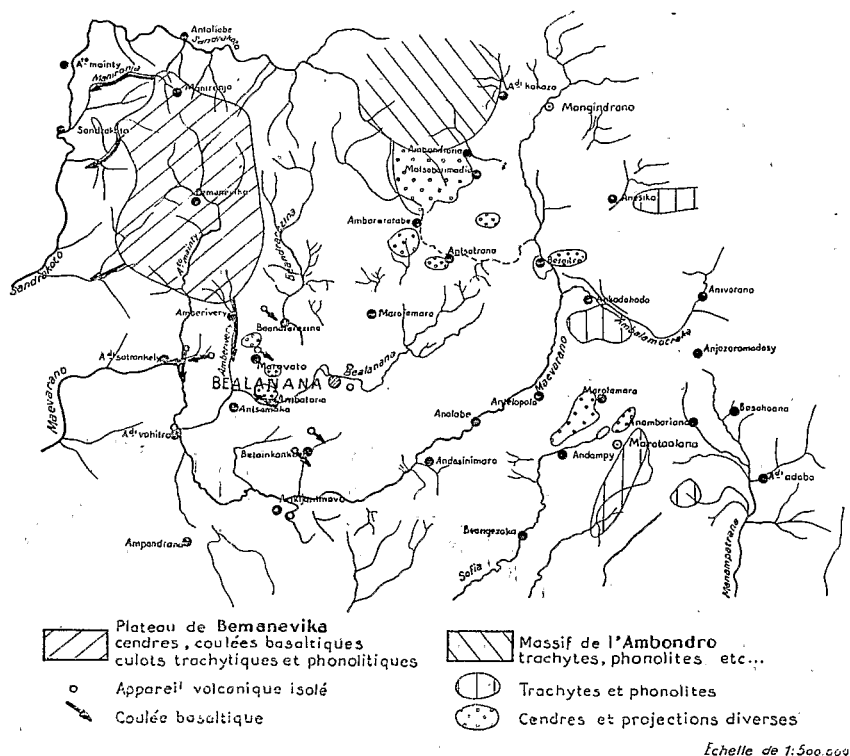


FIG. 3. — Principales zones volcaniques de l'Ankaizina ; 1/500.000.

b) *Les roches intrusives anciennes* sont surtout représentées dans la partie ouest de l'Ankaizina où elles constituent des massifs relativement élevés. Parmi ces roches, on a distingué :

Les granites monzonitiques, les uns à grains fins, les autres porphyroïdes, bien représentés au bord de la route qui relie Antsohihy à Bealanana au voisinage du col d'Ampanrana.

Des granodiorites et gabbros n'offrent que des affleurements très localisés.

c) *Les roches éruptives récentes.* Sauf sur le plateau de Bemanevika et au sud de l'Ambondrona, les affleurements de ces roches sont très dispersés et bien isolés les uns des autres ; souvent leur étendue est très faible (Fig. 3).

Les phonolites se rencontrent principalement en trois régions : au nord-est du plateau de Bemanevika, au flanc sud du massif de l'Ambondrona, au sud de la cuvette de la Haute-Sofia. Ce sont le plus souvent des pitons assez élevés et dépourvus de sol.

LACROIX (7) a identifié dans l'Ambondrona des trachytes néphéliniques (au pic Bemainty). Des pitons de ce genre sont nombreux dans cette région (Mahielambo p. ex.) ; nombre d'entre eux se devinent sous l'épaisse couverture forestière.

Les trachytes se rencontrent dans les deux premières régions précitées (Bemanevika et Ambondrona). Ils se présentent sous forme de culots ou de coulées de faible étendue. Les amas de cendres ne sont pas rares. Le trachyte est souvent profondément altéré et les échantillons frais sont rares.

Les basaltes et roches apparentées sont les plus répandus et les plus importants. Le plateau de Bemanevika en est presque entièrement constitué, soit sous forme de coulées, soit sous forme d'amas de cendres. Sur le plateau de Marangaka, entièrement cuirassé, la roche n'est pas visible en place, mais on trouve des blocs roulés dans le lit des ruisseaux. Les différents appareils volcaniques de la plaine de Bealanana (Ambalabe, Beandrarezina, Ambatoria, Marovato, etc.) et des vallées adjacentes (Betainkankana), ainsi que ceux de la vallée de l'Ambatomainty et de la Maevarano ont émis des laves basaltiques. Au voisinage de beaucoup d'entre eux existent de gros amas de cendres non cimentées.

Analyse de roches de l'Ankaizinana par LACROIX :

	A	B
SiO <sub>2</sub> . . . . .	42,54	58,82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	14,37	18,62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,13	3,73
FeO . . . . .	9,07	2,23
MgO . . . . .	9,12	0,21
CaO . . . . .	12,42	1,18
TiO <sub>2</sub> . . . . .	3,31	0,12
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,50	0,09

A = basalte à augite d'Ambodivohitra (au sud-ouest de Bealanana).

B = trachyte phonolitique de Bemaintikely (au nord-ouest de Mangindrano).

d) *Les alluvions* occupent toutes les cuvettes, ainsi que les vallées de la Bealanana, de la Maevarano et de la Manampatrana. Ces alluvions ont évolué différemment suivant la position topographique. Elles seront étudiées en détail plus loin.

### Esquisse géologique

BESAIRIE a distingué trois phases géologiques : d'abord le métamorphisme des roches préexistantes suivi de la mise en place des roches intrusives, et enfin les éruptions volcaniques dont certaines sont très récentes. Cette troisième phase a une importance particulière, même au point de vue pédo-logique, à cause des répercussions qu'elle a sur la formation des sols.

Il semble que toute la partie nord de l'Ankaizinana ait été le théâtre d'éruptions volcaniques considérables. PERRIER DE LA BATHIE (8) estime que l'Ambondrona et le Tsaratanana devaient faire partie du même système éruptif (les roches qui les constituent sont assez semblables) et leur séparation actuelle serait due à l'érosion. Dans la zone étudiée, il est probable qu'il y a trois centres éruptifs importants et toute une série de centres secondaires.

Dans l'Ambondrona où dominent trachytes et phonolites, les formes volcaniques sont mal conservées ; de plus la forêt dense empêche toute pénétration. C'est de ce centre qu'ont dû provenir les cendres trachytiques de la plaine de Mangindrano.

Le plateau de Marangaka présente des formes assez molles ; les coulées, qui se dirigent vers le sud et l'ouest, doivent avoir leur point d'origine vers le nord.

Près de Bemanevika, les appareils volcaniques sont très frais et bien conservés : cônes de cendres, puys, cratères-lacs, etc. D'un grand nombre de volcans est partie toute une série de coulées qui ont été canalisées par les vallées actuelles (Manirenja, Sandrakotokely, Amberivery) (Pl. XI, A, B). Vers le nord existent des pitons phonolitiques et trachytiques, des cendres trachytiques.

Enfin, toute une série de petits volcans se sont formés dans les plaines, le plus souvent adossés aux premières pentes des montagnes gneissiques. Il n'est pas rare de trouver les cendres émises par les volcans sur les pentes situées à l'ouest de ceux-ci (Marovato p. ex.), ce qui indiquerait que, lors des éruptions, les vents dominants venaient de l'est comme actuellement.

Ces éruptions ont eu des répercussions importantes sur la formation des cuvettes et de leurs sols. L'exutoire de la plaine de Bealanana a été barré par une coulée issue du volcan d'Ambatoria, ce qui a eu pour résultat l'ennoyage de toute la zone située en amont. La vallée de Betainkankana a de même été barrée par une coulée issue du volcan situé au sud de la station agricole, provoquant la formation du marais actuellement en cours de drainage. La plaine de Mangindrano a été scindée en deux parties par d'importants dépôts de cendres près de Beroitra. La Maevarano s'y fraie encore difficilement un passage pour pénétrer dans la zone d'Ankodohodo. Un autre exutoire de la plaine de Mangindrano devait exister près d'Ambarratabe-nord par la vallée de Marofamara. Là encore, des amas de cendres se sont déposés qui ont fermé définitivement le passage.

Les matériaux volcaniques, laves, cendres, etc., ont recouvert sols et roches préexistants et il n'est pas rare de trouver, à la faveur de lavakas, des sols latéritiques dérivés de gneiss au-dessous de cendres déjà transformées en sol (Pl. IX, C). Dans les plaines, il a dû y avoir des mélanges de produits volcaniques et d'alluvions. Au voisinage d'Ambatoria, on trouve des blocs de basalte isolés au milieu de baiboho (1) ; certains sondages dans la plaine de Bealanana ont permis de retrouver à une certaine profondeur des lits de cendres.

### Climat

Située de part et d'autre de la ligne de partage des eaux, le climat de l'Ankaizinana s'apparente à celui du Centre, mais est cependant fortement influencé par les vents d'est presque toujours chargés d'humidité. La présence de hauts massifs montagneux souvent boisés n'est pas sans influencer le régime des pluies. Il existe dans l'Ankaizinana deux stations météorologiques : celle de Bealanana-Betainkankana et celle de Mangindrano. Pour avoir une idée plus complète du climat de la région, il est utile de tenir compte des données météorologiques de deux stations voisines, celles d'Antsakabary et de Manandriana situées au sud et au sud-est. Toutes ces données sont relatives aux plaines.

La température moyenne annuelle est comprise entre 19° et 20° ; l'amplitude de la variation annuelle est assez forte, 12° ; celle de la variation diurne est également élevée. Le plateau de Bemanevika a certainement un climat beaucoup plus frais et l'on y connaît des gelées.

Les hauteurs des précipitations annuelles croissent légèrement de l'ouest vers l'est : Bealanana 1.331 mm., Manandriana 1.446 mm., et du sud au nord : Antsakabary 1.246 mm., Mangindrano 1.355 mm. Ces différences paraissent assez faibles ; cependant, lorsqu'on parcourt l'Ankaizinana d'ouest en est, on s'aperçoit que le climat varie notablement. En effet, pendant la saison sèche, les crachins et les pluies fines sont extrêmement fréquents dans la plaine de la Haute-Manampatrana, la partie est de la vallée de l'Ambalamatroka et la cuvette de la Haute-Sofia ; ils sont moins fréquents dans la plaine de Mangindrano et plus rares dans celle de Bealanana. La déforestation est beaucoup moins poussée à l'est qu'à l'ouest et ceci a pour résultat la diminution de l'évaporation du sol, un ralentissement du ruissellement et l'augmentation de l'humidité relative de l'air. Si l'on compare les hauteurs des précipitations pendant les mois les plus secs, on constate qu'elles croissent fortement d'ouest en est : 77 mm. à Bealanana, 130 mm. à Mangindrano, 262 mm. à Manandriana. Ces différences, que l'on peut apprécier sur le terrain, sont traduites par l'indice de DE MARTONNE dont les valeurs sont pour les trois stations précédentes de 45,1, 45,6 et 49,5. Le coefficient

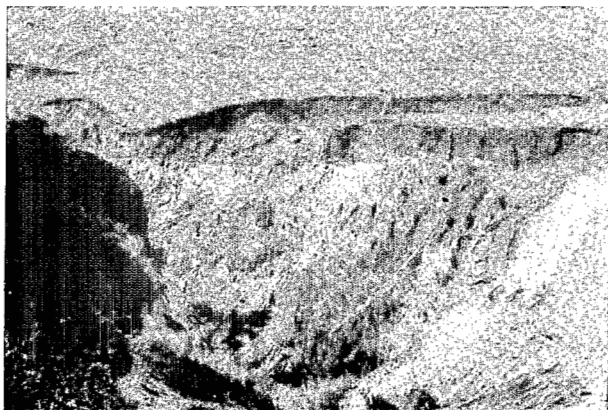
(1) Baiboho = nom malgache désignant les alluvions fraîches.

A. — La plaine de Bealanana. Au fond collines et montagnes latéritiques ; en clair, la zone des rizières ; au centre, en sombre, marais à *Cyperus emirnensis* ; au premier plan, zone en voie d'assèchement, les Cypéracées sont très espacées.



B. — Le marais à Cypéracées vers Ambodikakazo.

C. — Région de Beandrarezina. Recouvrement d'un sol latéritique, formé à partir de gneiss, par des matériaux volcaniques ayant donné un sol brun.



de MEYER, qui tient compte de l'humidité relative de l'air, met beaucoup mieux en évidence ces différences, puisque l'on a 293 à Bealanana, 335 à Mangindrano et 448 à Manandriana. En interpolant ces données, on peut admettre les valeurs suivantes dans les différentes plaines : Bealanana 300, Mangindrano 330, Haute-Sofia 350, Haute-Manampatrana et partie est de la vallée de l'Ambalamtraoka 400.

Soulignons enfin que, dans toutes les plaines, viennent s'écouler les eaux de ruissellement des montagnes et collines environnantes, ce qui conduit à un pédo-climat beaucoup plus humide que les données pluviométriques ne le laisseraient prévoir.

### Hydrographie

La région étudiée comporte les parties hautes des bassins versants des fleuves Maevarano, Sofia et Manampatrana. Les deux premiers se dirigent vers le canal de Mozambique, le dernier vers l'Océan Indien. En amont de seuils stables gênant l'écoulement des eaux, les parties hautes de ces fleuves coulent au milieu de vastes plaines d'alluvions, inondées pendant la saison des pluies, et où subsistent pendant la saison sèche de nombreux marécages à Zozoro (*Cyperus emirnensis*) et Vendrano (*Cyperus latifolius*). Si l'on excepte les formations volcaniques très récentes qui n'ont pas eu le temps de s'intégrer au réseau général, le réseau hydrographique est remarquablement diversifié, et, même en saison sèche, l'eau est en charge au bas de toutes les pentes. Du bord des grandes plaines, partent de très nombreuses digitations s'enfonçant profondément entre les collines et aboutissant le plus souvent à une lavaka (1). Des ruisseaux, en eau toute l'année, les parcourent, apportant des alluvions qu'ils déposent sous forme de cônes de déjections assez étendus et de pente faible à la périphérie des plaines. Il arrive aussi que des seuils locaux déterminent une rupture de pente d'une partie du cours d'un ruisseau, favorisant l'établissement d'un type de marécage particulier, la prairie suspendue.

Le bassin de la Maevarano est de beaucoup le plus important. Descendant de montagnes s'élevant à plus de 2.000 m., la Maevarano débouche en plaine à Mangindrano à 1.160 m. et, mise à part la partie étranglée de sa vallée entre Antelopolo et Bepaka, ne la quittera, après un parcours de près de 80 km., qu'à partir du seuil granitique d'Ambodivohitra à 2 km. en amont de son confluent avec l'Ambatomainy.

La Maevarano, en saison sèche, coule très peu au-dessous du niveau de la plaine qu'elle traverse en de nombreux méandres et qu'elle inonde en saison des pluies. De plus cette plaine ne présente qu'une pente insignifiante vers le fleuve. Aussi les affluents déposent-ils leurs alluvions à la

(1) Lavaka = nom malgache signifiant cavité; forme d'érosion très répandue qui sera décrite en détail plus loin.

périphérie de la dépression et ont-ils ensuite tendance à divaguer et à se perdre dans les marais avant d'atteindre le fleuve.

Les principaux affluents se trouvent sur la rive droite. L'Ambondrona et la rivière d'Ambararatabe se perdent dans le vaste marais de la partie ouest de la plaine de Mangindrano et n'atteignent la Maevarano que vers Antafiandakana. La Bealananakely débouche près de Bemololo ; le cours de cette rivière a été profondément modifié par les deux volcans de Betainkankana.

Le confluent de la Maevarano et de son principal affluent la Bealanana, grossie de l'Amberivory, se situe à Ambodivohitra. En amont du seuil d'Ambatoria, relevé à une époque géologique très récente par une coulée basaltique, cette rivière traverse une assez large plaine alluviale où s'est établie sur une petite butte latéritique la ville de Bealanana, chef-lieu du district. Depuis le début des travaux entrepris pour abaisser le seuil d'Ambatoria, les zones exondées ont notablement augmenté, tant au centre qu'au nord-ouest près de Beandrarezina.

La partie nord-est de la plaine est encore occupée par de vastes marais où viennent se perdre les eaux des rivières de Marofamara et d'Ambalapaka. Peu après le seuil d'Ambodivohitra, la Maevarano reçoit l'Ambatomainity qui descend du plateau de Bemanevika. A cet endroit le cours du fleuve est obstrué par une coulée basaltique émise par un volcan situé à 3 km. en amont. Profondément entaillée, cette coulée ne gêne pas l'écoulement des eaux. A partir d'Ambodivohitra, la Maevarano n'est plus qu'un gros torrent coulant dans une vallée très encaissée. Enfin à l'ouest et en dehors de la zone étudiée, la Maevarano se grossit des eaux d'une importante rivière, la Sandrakoto. Une partie du cours de cette rivière, qui prend sa source dans le massif de l'Ambondrona, forme la limite nord-ouest de la zone étudiée. La vallée de cette rivière, très encaissée et très profonde, jouit d'un climat beaucoup plus chaud que la région environnante. Elle reçoit comme sous-affluents plusieurs cours d'eau descendant du plateau de Bemanevika, en particulier la Manirenja et la Sandrakotokely, dont les vallées ont livré passage à d'importantes coulées basaltiques entaillées en pittoresques canyons (Pl. XI, B et C).

Les affluents de la rive gauche sont beaucoup moins importants, on peut citer cependant l'Ambalamatroka au nord-est et la rivière d'Ampandranana au sud-ouest.

L'Ambalamatroka prend sa source dans le massif d'Ansatrana et possède un cours en plaine de 20 km. depuis Anivorano jusqu'à Ankodohodo. A partir de cette localité, elle divague dans la plaine et se perd en grande partie avant d'atteindre la Maevarano. Dans son cours supérieur, cette rivière possède, par exception, un lit mineur large et profond et n'inonde ses berges en aucune saison ; ceci a permis l'établissement, sur les rives mêmes, de villages et de cultures pérennes favorisées par un microclimat ne comportant pas de saison véritablement sèche.

La rivière d'Ampandrana a beaucoup de peine à se frayer un passage à travers une vaste zone marécageuse.

Le bassin d'alimentation de la Sofia forme, au nord du seuil d'Andampy, une plaine dont l'altitude est voisine de 1.150 m. Cette plaine n'est qu'une vaste étendue tourbeuse occupée en son centre par une nappe d'eau libre où viennent se perdre un certain nombre de ruisseaux de faible importance. La Sofia n'a vraiment un cours défini qu'après le seuil d'Andampy. Elle coule alors dans une vallée assez encaissée et n'est généralement pas bordée d'alluvions.

La Manampatrana est tributaire de l'Océan Indien. La haute Manampatrana s'étale dans une plaine dont l'altitude est nettement plus faible que celle des autres fleuves (Ambodiadabo est à 960 m.). Cette plaine est en réalité formée par la réunion de plusieurs larges digitations parcourues par de gros ruisseaux. En amont d'Ambodiadabo, où elle reçoit plusieurs affluents aussi gros qu'elle, la Manampatrana n'a que 2 m. de large et coule presque au niveau de la plaine. En aval d'Ambodiadabo, c'est une rivière coulant entre deux berges d'alluvions jaunes. La pente de la rivière devient assez forte à partir d'Ambodisatrakely, mais ne comporte pas de seuil à proprement parler. Parmi ses affluents, la rivière d'Anamboriana exerce sur son cours supérieur une érosion régressive impressionnante qui aboutira à la capture de la haute Sofia, tandis que son cours inférieur se perd dans un vaste marécage de tourbe sableuse.

Enfin, il faut retenir qu'aucune de ces rivières (la Manampatrana exceptée) n'a de cours stabilisé. Des seuils d'origine volcanique ou gneissique, des étranglements gênent l'écoulement des eaux en saison des pluies. De plus, le lit des rivières est la plupart du temps très étroit et souvent légèrement plus élevé que les plaines qu'elles traversent ; les débordements sont quasi inévitables en saison de pluies. Tous ces faits montrent que la régularisation des cours d'eau est un des problèmes primordiaux à résoudre dans l'Ankaizinana.

### Végétation

On peut reconnaître dans l'Ankaizinana plusieurs types de végétation primaire et secondaire.

Les types de végétation primaire sont au nombre de trois : la forêt, la pelouse à xérophytes, le marais à Cypéracées.

a) *La forêt primaire* ne subsiste que dans quelques zones privilégiées. Sur le plateau de Bemanevika, les contours en sont assez capricieux et indiquent les limites du dernier incendie. La forêt couvre le massif d'Analabe qui atteint 1.800 m. Tout le pourtour nord et est de l'Ankaizinana, d'Ambalapaka à la



Manampatrana en passant par l'Ambondrona et l'Ambatobe, est couvert de forêt. Cette forêt, restreinte actuellement aux seules régions d'altitude, devait couvrir il y a peu de temps encore l'ensemble de la région : elle comprend le plus souvent des arbres assez bas aux feuilles cireuses et troncs tortueux. Ils portent des Lichens et des Orchidées. Toutefois sur le plateau de Bemanevika, les arbres élevés et présentant de beaux fûts ne sont pas rares.

Il convient de signaler le curieux boisement qui existe à proximité du volcan d'Ambatoria, à la sortie de la plaine de Bealanana. Cantonné sur une coulée de basalte épanché dans la vallée, on peut y noter, à une altitude de 1.000 m., des Baobabs. Ceci paraît dû à la fraîcheur du basalte très fissuré, à peine couvert d'un sol normalement très sec, qui permet aux Baobabs de se maintenir. Ce lambeau de forêt est actuellement en voie de disparition.

b) *La végétation des rocailles* n'existe que sur un petit nombre de points, en particulier sur les coulées volcaniques les plus fraîches, où le sol est pratiquement inexistant, ou bien encore sur des amas de roches au bas de certaines pentes. On note des Kalanchoés et des Aloès.

c) *Le marais à Cyperus emirnenensis* occupe tous les bas-fonds immergés de façon permanente (Pl. IX, A, B ; Pl. X, B). Cette Cypéracée, qui atteint plusieurs mètres de haut, forme des peuplements à peu près purs. Dans les régions en voie d'assèchement (plaine de Bealanana), ces Cypéracées sont en régression. Dans un certain nombre de petites vallées existent des prairies flottantes constituées de petites Cypéracées et de Fougères.

Les formations secondaires occupent une très vaste étendue. Leur composition floristique est très différente suivant qu'il s'agit de zones sèches ou humides. Au voisinage immédiat de la forêt, dans les endroits moins brûlés que le reste du territoire, on aura différents types de savoka.

La savoka à Bambous n'a été rencontrée que sur le plateau de Bemanevika où elle occupe une certaine étendue. Elle forme des taches jaune-clair qui tranchent sur le vert sombre de la futaie. Au pied des forêts, *Pteris aquilina* est très abondant au milieu des *Philippia* et des *Helichrysum* (*H. fulvescens* et *H. cordifolium*). Toutes ces plantes constituent en saison sèche un excellent combustible. Le Dingadinga (*Psiadia dodonacifolia*) est souvent très abondant sur les pentes rocailleuses. Le Goyavier est également très répandu. En différents endroits (Bemanevika, Marangaka), on a une véritable savoka à Bruyère (*Philippia* sp.). Sur des dizaines de kilomètres, on ne rencontre qu'une seule espèce dont la taille est liée à la date du dernier feu. Le long des cours d'eau existent de nombreux Harongana (*H. madagascariensis*) et Sevabe (*Solanum auriculatum*). Ce dernier, qui n'existe généralement qu'à l'état d'arbustes de quelques mètres de haut, peut devenir un arbre véritable (Haute-Ambalamatroka). A l'état isolé, on rencontre quelques Sikidy (*Piptadenia chrysostachys*).

Sur l'ensemble de l'Ankaizinana, c'est la prairie qui occupe la plus grande surface. Il est très important de distinguer entre les zones sèches et humides.

Les prairies des zones sèches occupent la plupart des pentes latéritiques déboisées. Elles sont peuplées de Graminées et d'autres plantes, variables suivant la nature du sol, sa fertilité, sa fraîcheur. Sur les pentes arides, la Graminée la plus courante est un *Aristida* qui forme de grosses touffes bien isolées les unes des autres. La protection qu'elle offre au sol est très faible, et sa valeur alimentaire réduite. Cette Graminée est parfois accompagnée de *Bidens pilosa* et *Sarcobothrys strigosa*. Au bas des pentes, sur certaines alluvions, c'est *Hypparhenia rufa* qui est la plus répandue, accompagnée de *Pennisetum setosum*. Dans les endroits plus frais, les colluvions, *Hypparhenia cymbaria* dresse ses hautes tiges. Toutes ces Graminées sont sèches pendant une bonne partie de l'année et sont pratiquement inaltérables.

Les prairies des zones humides occupent les bas-fonds à immersion temporaire. Quand une zone à *Cyperus emirnensis* vient à s'assécher, elle est occupée par une autre Cypéracée : Vendrano (*Cyperus latifolius*). En arrière de cette zone apparaissent les Fandrotarana (*Cynodon dactylon*) et les Hosihosy (*Panicum comorense*) entremêlées de nombreuses autres Graminées et Légumineuses rampantes. Cette prairie fournit au bétail son alimentation de saison sèche.

### Populations

L'Ankaizinana a une population assez mélangée ; les Tsimihety dominent largement, suivis des Sihanaka et des Sakalava. Beaucoup moins nombreux sont les Betsimisarakas, les Makoa et les Antaimoro. Le fonds autochtone paraît être Sakalava. A une époque relativement récente (50 à 100 ans) arrivèrent des Tsimihety des environs de Befandriana nord et de Mandritsara, puis des Sihanaka du lac Alaotra. Peu à peu ils occupèrent tout le territoire de l'Ankaizinana, refoulant les Sakalava vers l'ouest. Les villages Sakalava ne paraissent être que les témoins d'une occupation autrefois plus importante.

Les Tsimihety, et à un moindre degré les Sakalava, sont répandus partout. Les Sihanaka sont groupés en deux zones principales : les environs d'Anjanaborana dans la moyenne Maevarano et la partie sud de la plaine de Mangindrano : Antelopolo et Beroitra.

La plupart des villages sont liés aux rizières. Ils s'établissent donc à proximité de celles-ci, sur de petites buttes à l'abri des inondations. Certains sont assez haut perchés comme Anjanaborana ou Bealanana. Tous les villages sont reliés entre eux par une ou plusieurs pistes.

Toutes ces populations sont avant tout formées d'agriculteurs. Ils cultivent à peu près uniquement le Riz et le Caféier d'Arabie. Les rizières suffisent amplement à la nourriture de toute la population, avec un peu de Manioc et de Canne à sucre.

La seule culture d'exportation est le Café, planté autour des villages ou dans les enclos préservés des inondations par des levées de terre. Elle ne



Dans les zones de savoka au voisinage des forêts, c'est normalement l'horizon jaune qui affleure, généralement compact et durci.

Si la pente est très forte, des pans entiers d'horizon jaune pourront être enlevés qui se retrouveront au bas des pentes, ou iront former des alluvions dans des zones basses ; la zone ainsi dénudée pourra servir de point de départ à la troisième forme d'érosion (lavaka). Une région particulièrement attaquée de cette façon est celle d'Analabe au voisinage de la Maevarano ; les sols bordant la vallée de la Sofia en aval d'Andampy sont également érodés de cette façon.

c) *L'érosion en lavaka* est la forme la plus fréquente et la plus spectaculaire dans l'Ankaizinana (Pl. XII, B, C). Elle affecte tout particulièrement les sols jaunes latéritiques et les sols bruns et brun-rouge. La cause principale paraît être le manque de protection des pentes souvent très fortes ainsi que le peu de cohésion de certaines roches-mères (cendres). Un autre facteur important est l'existence dans le sol de deux zones, de comportement très différent vis-à-vis de l'eau ; la partie supérieure du sol, comprenant les horizons jaunes et rouges pour un sol sur roche cristalline acide, l'horizon brun ou brun-rouge pour un sol sur roche volcanique, est dure, tassée, relativement peu perméable, tandis que la partie inférieure du sol, formée par la zone d'altération de la roche cristalline ou par des cendres volcaniques en voie de décomposition, est meuble et généralement humide.

La lavaka débute sur un flanc de colline grâce à un petit ruisseau qui draine les eaux sur une surface même assez limitée ; l'attaque se produit au changement de pente. La rigole ravine la couche dure de surface et atteint bientôt la partie plus tendre sous-jacente. A cet endroit, les bords vont s'effondrer et reculer. Une fois la cavité amorcée, elle ira en s'agrandissant vers l'amont et vers l'aval. Si une autre lavaka est en formation de l'autre côté de la colline, elles pourront se rejoindre et couper ainsi la colline en deux. Les pistes de Bœufs donnent souvent naissance à des lavaka.

Les Bœufs qui quittent les fonds pour gagner les hauteurs empruntent toujours les lignes de crête et finissent par approfondir une rigole qui donnera naissance à une lavaka.

Les pistes de piétons passent généralement aux flancs des collines. Il y a ici également un point faible qui pourra être l'origine d'une lavaka.

Enfin les canaux d'irrigation où les eaux circulent à vive allure finissent également par crever la zone dure de surface.

La forme des parois de la lavaka est variable suivant le type de sol ou plutôt de la roche-mère qui lui a donné naissance. Les sols formés à partir de gneiss ont des parois quasi verticales avec au pied les éboulis des parties supérieures. Les sols formés à partir de matériaux volcaniques auront des parois en pente assez douce. La structure polyédrique du sol donnera naissance beaucoup plus facilement à des éboulis (Fig. 5).

Une fois constituée, la lavaka va s'accroître. La partie meuble du sol (zone d'altération ou cendres) est facilement affouillable par les eaux ; la

partie dure, plus cohérente, reste en surplomb et finit par s'effondrer. Il peut se produire également des fentes longitudinales au voisinage de la paroi qui est ainsi divisée en tronçons verticaux. Souvent, enfin, il se produit une fente parallèle à la coupure ; les eaux pénètrent par cette fente et c'est tout un pan de sol qui se détache et glisse vers le bas. On pourra ainsi avoir toute une série de coupures et arriver à une forme en escalier.

Dans le fond de la lavaka, le sol est meuble et humide (souvent l'eau y sourd). La végétation protégée des feux pourra s'y installer. Si la forêt primaire est proche, des graines apportées par le vent ou les oiseaux pourront y germer ; il se reconstituera un petit îlot de végétation où les espèces forestières seront nombreuses (*Pandanus*, *Dracaena*, etc.). Si la forêt est éloignée, la lavaka sera peuplée d'espèces de la savoka et de la prairie qui pourront

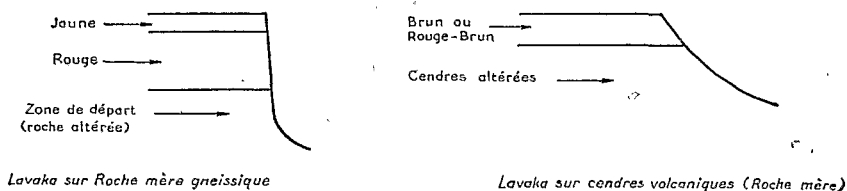


FIG. 5. — Deux types de formation de lavakas.

y prendre un beau développement (*Psiadia*, *Helychrysum*, *Harongana*, *Solanum*, etc., avec de nombreuses Graminées).

Dans l'Ankaizinana, les sols latéritiques formés à partir de gneiss sont vigoureusement attaqués par les lavaka.

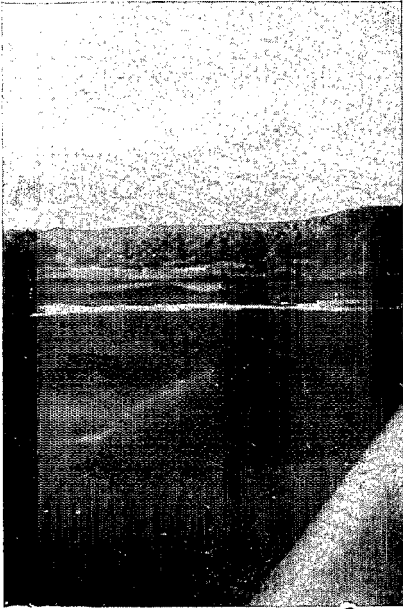
Citons aux abords de la cuvette de Bealanana la région comprise entre Marofamara et Bealanana, les environs de Beandrarezina et Ambalapaka, la région comprise entre Marofamara et Antsatrana, aux abords de la cuvette de Mangindrano la région comprise entre Antsatrana et Antafiandakana et aux abords de la plaine de la Manampatrana la partie haute du bassin de la rivière d'Anamboriana.

Les sols volcaniques, bien que présentant généralement des pentes assez douces, sont parfois très érodés ; c'est le cas pour la zone comprise entre Ambaratabe-nord et Ambondrona, pour la région d'Ankodohodo (moyenne Maevarano) et pour la bordure sud-ouest de la cuvette de la haute Sofia.

#### IV. — LES SOLS

##### A. — Brève histoire des sols de l'Ankaizinana

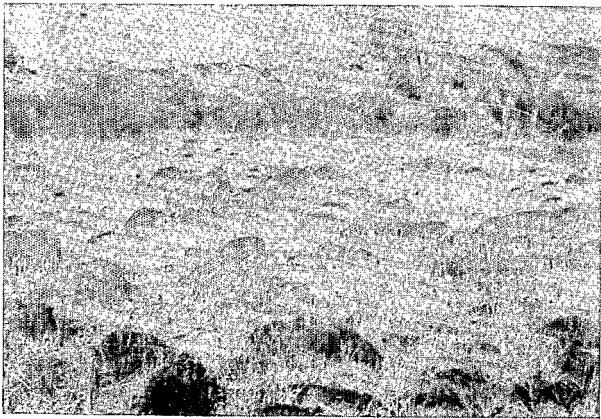
L'histoire de la formation des sols de l'Ankaizinana est assez intimement liée à son histoire géologique.



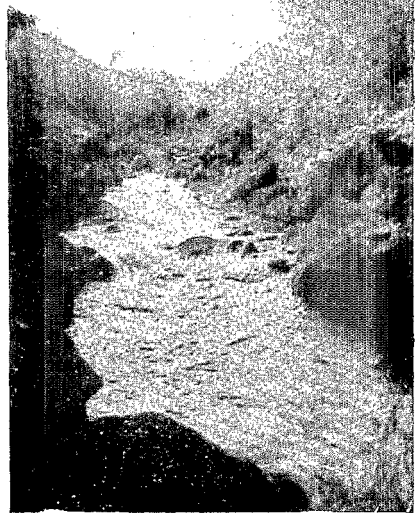
A



B



C



D

A. Vue aérienne de la plaine de Bealanana. — B. Digitation d'Anamboriana (Haute Manampitrana). Beau développement de *Cyperus emirnensis*. — C. Vallée de la Maevarano en aval d'Ambodivohitra. Culture de Riz irrigué entre des blocs de gaeiss. — D. Betainkan̄kana. Chenal creusé dans le basalte pour drainer les marais de la Station agricole.

1. — Le substrat granito-gneissique, primitivement foresté, subit l'altération latéritique. Il s'établit un sol assez profond caractérisé par un horizon supérieur jaune surmontant un horizon rouge. L'ensemble du territoire subit une pénélplanation dont il subsiste un témoin important : le plateau d'Analavory.

2. — D'importantes dislocations donnent naissance à de grandes zones d'effondrement qui se remplissent d'alluvions.

3. — Des éruptions volcaniques se produisent un peu partout à des époques très différentes. Les produits émis (basaltes, trachytes, etc.) sont à leur tour latéritisés. Les coulées de Marangaka, probablement très fluides et subhorizontales, se couvrent de cuirasses. Dans les plaines se déposent des alluvions anciennes.

4. — De nouvelles coulées basaltiques (Bealanana, Betainkankana, etc.), des dépôts de cendres (Mangindrano) provoquent l'obstruction des débouchés des plaines et l'ennoyage de celles-ci. Dans les zones à immersion permanente, il se forme des sols noirs constitués de matière organique mêlée d'apports alluvionnaires. Certaines alluvions sont périodiquement immergées par les crues des rivières ; elles subissent une évolution particulière et deviennent grises et tachetées de rouge. Toutes les rivières et cours d'eau déposent des alluvions le long de leurs berges.

5. — A l'époque actuelle, l'homme et ses troupeaux occupent le pays. Le déboisement s'ensuit aussitôt et s'étend à de vastes surfaces. L'érosion devient très active et les débris arrachés aux pentes vont s'accumuler petit à petit dans les plaines.

### B. — Principes de classification

Différents types de sols ont été distingués dans l'Ankaizinana. On peut les diviser en trois grands groupes.

Les *sols zonaux* appartiennent tous aux sols latéritiques. Ils se sont formés sous couvert forestier et dans des conditions de drainage normales. Le premier critère distinctif adopté est d'ordre physico-chimique et basé sur le rapport Silice/Alumine, qui permet une bonne estimation du degré de latéritisation. Le deuxième critère est fourni par les caractères morphologiques du profil, caractères qui sont souvent, mais pas toujours, en relation avec la roche-mère.

On peut donc reconnaître successivement les cuirasses et les sols jaunes qui leur sont associés. Le rapport Silice/Alumine est très bas et inférieur à 0,2.

— Les sols bruns dérivés de roches volcaniques (basaltes et trachytes) présentent un rapport Silice/Alumine de 0,3 à 0,8. Ils ne sont pas sans offrir des analogies avec les sols de la montagne d'Ambre.

— Les sols rouges dérivés de trachytes ont un rapport de 0,8.

— Les sols jaunes et rouges (1) dérivés de gneiss et de granites dont le rapport varie entre 1,0 et 1,4.

— Les sols brun-rouge dérivés de basaltes et trachytes dont le rapport est de l'ordre de 1,5.

— Les sols brun-noirâtre dérivés de produits volcaniques assez frais, avec un rapport de 1,7.

Tous les sols normalement exondés sont latéritiques à des degrés divers. Les sols dérivés de roches acides le sont sensiblement moins que ceux dérivés de roches basiques. Parmi les derniers, il est souvent difficile de dire pourquoi les uns sont bruns alors que les autres, même à très faible distance, sont rouges. Cependant, il semble que sur une même colline, les sols bruns sont plutôt sur la face exposée au vent et aux pluies vers l'est, les brun-rouge sur le côté ouest.

*Les sols intrazonaux* sont tous des sols hydromorphes qui doivent leurs caractéristiques à un drainage nul pendant toute l'année ou assuré une partie de l'année seulement. Ici le caractère latéritique de la fraction minérale du sol est accessoire ; l'on s'appuiera pour différencier les sols uniquement sur les caractères morphologiques. On peut ainsi distinguer :

— Les sols de marais (2) à immersion permanente présentant une forte accumulation de matières organiques surmontant une argile grise.

— Les sols gris à taches rouille (3) où la nappe phréatique subit des variations au cours de l'année, avec par endroits une certaine accumulation des hydroxydes de fer en profondeur.

— Les sols podzoliques présentant une migration de matière organique en profondeur.

— Les sols complexes résultant de la superposition d'alluvions récentes sur des sols de marais.

*Les sols azonaux* sont ici constitués par les alluvions de rivières. Elles sont évidemment variables d'un point à un autre. On peut distinguer :

— Des alluvions anciennes de couleur jaune, formant les terrasses peu élevées,

— Des alluvions récentes micacées bordant les rivières ou remplissant les cuvettes.

## C. — Sols zonaux

### 1. — LES CUIRASSES

Les cuirasses existent en différents endroits de l'Ankaizinana. Elles y occupent parfois de très vastes surfaces ou au contraire ne constituent

(1) Dans la terminologie adoptée par les pédologues d'A.O.F., ces sols correspondent aux sols beiges latéritiques.

(2) Sols noirs de bas-fonds en A.O.F.

(3) Sols gris de bas-fonds en A.O.F.



que des lambeaux isolés. A quelques exceptions près, ces cuirasses se situent entre 1.500 et 1.800 m. Elles se présentent de manière assez différente suivant les endroits : soit en bancs continus sur plusieurs kilomètres, soit en plaques disjointes formées par la juxtaposition de blocs ou rognons de la grosseur du poing. Les roches qui leur ont donné naissance sont de deux sortes : gneiss et basaltes. Ceci déterminera des différences notables dans l'aspect et la composition chimique de la cuirasse. Trois types de cuirasses ont été distingués :

- Une cuirasse ferro-alumineuse caverneuse.
- Une cuirasse ferro-alumineuse oolitique.
- Une cuirasse bauxitique en rognons.

O.

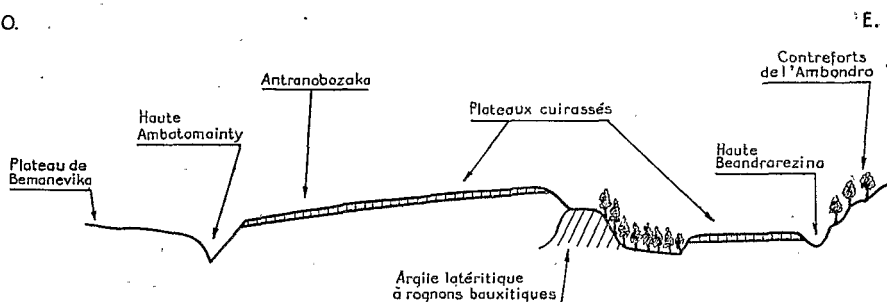


Fig. 6. — Coupe schématique du plateau de Marangaka, à la hauteur d'Antranobozaka.

A. — La cuirasse ferro-alumineuse caverneuse n'existe pratiquement qu'en lambeaux isolés très fragmentés. Au col de Bepaka (1.400 m.), entre cette localité et Beangezoka, il s'agit de gros blocs de couleur foncée noirs ou rouge-sombre, très caverneux, sans pisolites. C'est probablement un témoin d'une ancienne cuirasse en voie de dislocation. Dans la partie sud du plateau de Marangaka, on rencontre également quelques blocs caverneux de ce genre. Un autre lambeau à peu près du même type a été noté près d'Andampy (Haute-Sofia). L'analyse de trois fragments a donné des teneurs en alumine variant de 13 à 38 % et en oxyde de fer de 16 à 36 %. L'échantillon provenant de Bepaka a donné une teneur élevée en oxyde de manganèse : 2,45 %.

B. — La cuirasse ferro-alumineuse oolitique recouvre l'ensemble du plateau de Marangaka. Ce plateau constitue une annexe de celui de Bemanevika et est compris entre ce dernier et les premiers contreforts de l'Ambondro. Il commence au sud après le Mont Ambalanabo et se termine au nord par la vallée de la Sandrakoto qui forme un fossé profond de plusieurs centaines de mètres. La cuirasse affleure de manière discontinue sur une dizaine de kilomètres entre l'Ambalanabo et les abords sud d'Antranobozaka (lieudit à

8 km à l'est de Bemanevika). Autour de ce lieu dit, et surtout vers l'est, la cuirasse affleure de façon ininterrompue en formant de vastes surfaces planes ou faiblement inclinées (Fig. 6). Elle est profondément entaillée par un certain nombre de petits ruisseaux. Sur ce plateau existent plusieurs mares temporaires ou permanentes dont certaines sont assez grandes (Pl. XIII, B). La végétation actuelle est essentiellement à base d'Anjavidy (*Philippia sp.*) qui forme des peuplements pratiquement purs. Dans les fonds, cependant, on trouve une forêt d'arbres assez bas à feuilles cireuses et portant des Lichens et des Orchidées. Il n'existe plus à l'heure actuelle de peuplements arborés sur les zones planes, car celles-ci sont parcourues annuellement par les feux qui trouvent dans les Bruyères un combustible de choix. Il paraît assez probable que la forêt devait couvrir l'ensemble de la région à une époque très récente. La cuirasse a donc dû exister sous la forêt, mais il semble assez difficile de dire laquelle a précédé l'autre.

On ne peut observer ce qu'il y a au-dessous de la cuirasse, car les coupes naturelles manquent et les flancs de vallées sont généralement occupés par deséboulis. Par contre, il existe souvent au-dessus de la cuirasse une épaisseur de sol de 1 à 2 m. C'est un sol jaunâtre à brun clair, généralement très meuble. L'horizon humifère est à peine accusé. On passe assez brutalement à la cuirasse sous-jacente. C'est une masse très dure constituée de pisolites rouges liés par un ciment jaune. L'ensemble est recouvert par un enduit rouge foncé mamelonné.

Des échantillons de ce sol jaune et de la cuirasse ont été prélevés et analysés.

a. — Sols jaunes surmontant la cuirasse. — L'analyse granulométrique montre que c'est la fraction limon qui est la plus abondante (30 à 50 %), précédant l'argile et le sable fin.

L'indice de dispersion et l'indice d'aggrégation indiquent une structure médiocre.

L'humidité équivalente est élevée.

Le pH est acide : en surface on obtient la valeur 5,6 et en profondeur 6,0.

Malgré la fréquence des feux, les teneurs en matière organique sont assez élevées, puisqu'on atteint 5 % en surface. L'azote dépasse 2 ‰ et le rapport C/N atteint la valeur 14. L'humus extrait à l'oxalate est compris entre 1 et 3 ‰.

Les bases échangeables sont très faibles, en surface comme en profondeur ; la capacité d'échange ne dépasse pas 10 méq/100 gr. en profondeur, et le coefficient de saturation est faible. L'acide phosphorique assimilable est peu élevé, l'acide total est assez fort (0,3 à 0,8 %).

La composition globale du sol montre qu'il n'y a presque plus de silice combinée. Plus de 50 % est constitué d'hydroxydes de fer, aluminium et titane, avec une nette prédominance de l'aluminium. Les rapports Silice/Alumine et Silice/Hydroxydes sont évidemment très bas. Les chiffres

obtenus (0,2 à 0,03) figurent parmi les plus bas que l'on ait obtenus pour les sols de Madagascar dans ce laboratoire.

b. — Cuirasse oolitique. — L'analyse globale de la cuirasse a donné également une très forte teneur en fer et en alumine avec un rapport Silice/Alumine très bas.

C. — *La cuirasse bauxitique* recouvre le plateau d'Analavory. Ce plateau est situé dans la partie centre-sud de la carte, entre les rivières Maevarano et Sofia. Il constitue un ensemble au relief assez mou et ondulé, mais terminé par des pentes très raides. La forêt y subsiste encore localement dans de petites vallées. Quelques bas-fonds sont marécageux. Ici encore la forêt est de disparition récente.

La cuirasse ne forme pas une zone continue comme à Marangaka, mais plutôt toute une succession de gros blocs juxtaposés. Ces blocs sont blanchâtres à rosés et sont percés de petites cavités. L'ensemble forme une masse amorphe très dure.

Des blocs semblables existent dans différents endroits de l'Ankaizinana, toujours dans des endroits élevés, mais nulle part ils ne sont aussi nombreux qu'à Analavory.

Des échantillons prélevés à Analavory, Marangaka et Ambalapaka ont été analysés. Leur composition est celle de la bauxite : 57 à 62 % d'alumine, moins de 3 % de silice. Seul l'échantillon provenant d'Analavory présente une forte teneur en oxyde de fer (21 %) ; dans les autres on ne dépasse pas 8 %.

Il semble que nulle part l'épaisseur de la bauxite ne soit importante, mais sa répartition en surface est assez grande. Une prospection plus détaillée du plateau donnerait des renseignements plus complets sur les réserves qu'il présente en bauxite exploitable.

## 2. — LES SOLS BRUNS

### LOCALISATION.

Ces sols formés à partir de roches volcaniques diverses : basalte, cendres basaltiques et trachytiques sont répandus sur tout l'ensemble de l'Ankaizinana. Les principaux endroits où ils ont été notés sont : le plateau de Bemanevika, le terrain d'aviation de Bealanana, les abords de la vallée de l'Amberivory au nord d'Antsamaka, la bordure nord de la plaine de Mangindrano, la cuvette de la Haute-Sofia.

### TOPOGRAPHIE.

Formés à partir de matériaux volcaniques, ces sols occupent des zones généralement plates ou faiblement ondulées.

### VÉGÉTATION.

Les formes végétales sont assez variées. Sur le plateau de Bemanevika

on observe la forêt primaire et la prairie à *Imperata arundinacea*. Ailleurs, la prairie à *Aristida*. La présence ou l'absence de formations arborées aura des répercussions importantes sur les propriétés physico-chimiques des sols, en particulier en ce qui concerne les bases échangeables et la matière organique.

#### MORPHOLOGIE.

On peut distinguer les horizons suivants :

1. — *Un horizon humifère* d'une vingtaine de centimètres sous forêt. Cet horizon, est très noir et grumeleux avec une couverture de quelques centimètres de débris de feuilles et branchages. Sous prairie, peu de matière organique (5 cm. environ). On passe alors directement à l'horizon suivant.

2. — *Horizon brun à brun foncé* (de 50 à 100 cm.). Bien que l'argile prédomine, la structure est grenue à grumeleuse. On y trouve quelques morceaux de roche-mère inaltérés, ainsi que d'autres grisâtres et tendres profondément altérés.

3. — *La zone d'altération* est diversement colorée : grise à violacée. Cet horizon est généralement plus frais et légèrement plus compact.

4. — *La roche-mère*.

#### CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES.

##### 1. — *Propriétés physiques.*

*Granulométrie.* — Dans ces sols dérivés du basalte, l'argile devrait constituer la fraction la plus abondante. En fait, surtout pour les échantillons prélevés sous forêt ou sous savoka, il n'en est pas toujours ainsi. Étant donné la forte capacité d'échange et la haute teneur en eau hygroscopique de ces derniers sols, on doit attribuer ce phénomène à la difficulté de les disperser convenablement par les méthodes d'analyse physique utilisées : ce fait est d'ailleurs confirmé par le très fort indice d'agrégation trouvé en surface. On doit donc admettre qu'une forte proportion de l'argile réellement présente n'a pu être mise en évidence et se comporte à l'analyse comme du sable fin. Le sable grossier est peu abondant en surface, mais le devient beaucoup plus en profondeur : il est constitué de petits fragments de roche inaltérée ou plus ou moins décomposée.

*Humidité.* — L'eau d'hygroscopicité est généralement assez élevée (5 à 10 %), même en profondeur. L'humidité équivalente est forte : 30 à 35 % en moyenne ; c'est pour l'horizon humifère que les valeurs sont les plus fortes.

*Indice de dispersion et indice d'agrégation.* — Les indices de dispersion sont moyens en surface (influence peptisante des racines des plantes selon D. HOORE et FRIPIAT), mais très faibles en profondeur. L'indice d'agrégation est très fort en surface et encore assez fort en profondeur. Nous avons donc

pour les sols bruns une structure très meuble, grumeleuse, tenant bien à l'eau, donc très favorable à la culture.

*Réaction.* — Tous ces sols sont acides et leur pH se situe entre 5,3 et 6,1.

## 2. — *Propriétés chimiques.*

*Matière organique.* — Aux abords des plaines, ces sols sont tous déboisés ; il faut arriver à Bemanevika pour que la couverture végétale soit constituée par la forêt ; les teneurs en matière organique totale sont alors très élevées (21 à 23 %). Les sols portant la savoka ou la prairie présentent des teneurs plus faibles, bien qu'encore élevées : 9 à 12 % à Bemanevika et 3 à 4 % près des plaines.

La fraction humifiée présente des chiffres différents suivant que l'extraction a été faite à l'oxalate d'ammonium ou à la soude. Avec l'oxalate d'ammonium, l'acide humique est de 6 à 20 ‰ sous forêt, 3 à 9 ‰ sous savoka et prairie. Avec la soude, les chiffres sont généralement plus faibles ; par contre, si l'extraction à l'oxalate d'ammonium ne donne que des chiffres très faibles ou nuls en profondeur, l'extraction à la soude en fournit des quantités dosables.

Le rapport matières humiques précipitables sur matières humiques totales extraites à la soude décroît avec la profondeur.

*L'azote.* — L'azote total varie également suivant le type de végétation : sous forêt on en trouve 5 à 10 ‰ et sous prairie 2 à 7 ‰. Les chiffres les plus faibles correspondent aux sols brûlés le plus souvent.

Le rapport C/N est de 12 environ sous forêt et très voisin de 10 sous prairie.

*Le complexe absorbant.* — La chaux échangeable reste toujours supérieure à 1 ‰ dans les horizons de surface et s'abaisse à 0,5-0,8 ‰ dans les horizons minéraux. Il est à remarquer que sous forêt, les teneurs en chaux sont cinq fois plus élevées et on atteint 6 ‰. Les horizons minéraux sous-jacents demeurent très pauvres. Des chiffres analogues ont été obtenus pour les sols de la Montagne d'Ambre.

La magnésie est inférieure à 0,1 ‰ sauf pour les sols forestiers : 0,5 ‰ (en surface).

La potasse est faible à très faible (0,1 ‰), sauf encore sous forêt (0,3 ‰).

La capacité d'échange est de 10 à 20 méq. /100 g. en surface ; elle décroît ensuite pour augmenter légèrement au voisinage de la roche-mère. Les valeurs obtenues sous forêt sont ici encore beaucoup plus élevées : 50 méq. en surface ; le coefficient de saturation est plus élevé en surface qu'en profondeur, particulièrement sous forêt où l'on trouve des valeurs du coefficient de saturation atteignant 50 en surface et s'abaissant en profondeur à moins de 20.

L'acide phosphorique assimilable est assez faible, mais présente partout des teneurs dosables. Il est à remarquer que partout les chiffres fournis par les horizons de surface sont faibles (inférieurs à 0,1 ‰), mais qu'à mesure

qu'on se rapproche de la roche-mère les teneurs augmentent notablement pour atteindre parfois 0,2 ‰. Les sols forestiers ne font pas exception.

Formés à partir de roches volcaniques, ces sols présentent des teneurs en acide phosphorique total très élevées. La plupart des sols fournissent des chiffres compris entre 0,5 et 1 ‰. Les réserves sont donc fortes.

*Analyse totale.* — Les teneurs en alumine varient entre 20 et 40 %. Les teneurs en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sont un peu plus faibles (15 à 20 % environ). Le titane est élevé, avec 2 à 3 % ; l'oxyde de manganèse est compris entre 0,1 et 0,4 %. Le rapport Silice/Alumine est bas : 0,3 à 0,5 en surface, voisin de 1 ou légèrement supérieur en profondeur.

### 3. — LES SOLS ROUGES SUR TRACHYTES

Ce type de sol a été reconnu sur les derniers contreforts de l'Ambondro au nord-ouest de la plaine de Mangindrano. Il s'agit de sols formés à partir de pointements de trachyte ou trachyte phonolitique, nombreux dans la région. La roche est profondément altérée et ne se voit intacte que très rarement.

Ces sols existent très probablement sous forêt au nord et au nord-ouest. Ils n'ont pu être observés que sous savoka où dominent les *Helichrysum* et les Fougères.

Ces sols sont caractérisés du point de vue morphologique par un horizon rouge assez épais, argileux et compact, passant, par l'intermédiaire d'un horizon bariolé également argileux, à la roche altérée poudreuse et meuble ; dans cette argile bariolée on trouve des nodules blanchâtres avec des paillettes d'hydrargilite. Les propriétés physiques et chimiques essentielles de ces sols sont :

- une forte teneur en argile ;
- de bonnes teneurs en matière organique et azote en surface ;
- une grande pauvreté en bases ;
- un rapport Silice/Alumine inférieur à 1 en surface, augmentant sensiblement avec la profondeur.

L'analyse d'un nodule blanc (403) montre qu'il s'agit d'un mélange d'argile kaolinique avec un peu d'alumine libre.

### 4. — LES SOLS LATÉRITIQUES FORMÉS A PARTIR DE GNEISS ET DE GRANITES

On peut distinguer trois types de sols :

- Un sol à horizon supérieur jaune surmontant un horizon rouge ;
- Un sol identique au précédent, mais présentant des blocs d'alumine dans l'horizon jaune ;
- Un sol jaune avec de très nombreux blocs de rochers.

## A. — SOL JAUNE TYPE BEANGEZOKA.

C'est de très loin le plus répandu ; il constitue toutes les collines basses entourant la cuvette de Bealanana, ainsi que la plupart des zones élevées qui ceignent les plaines. Le relief est soit ondulé, soit à fortes pentes orientées dans toutes les directions.

La végétation est rarement la forêt, peu souvent la savoka, la plupart du temps c'est la prairie à *Aristida*.

## MORPHOLOGIE.

On peut distinguer successivement les horizons suivants :

1. — *Un horizon humifère* à peine accusé et épais d'une dizaine de cm. ;
2. — *Un horizon jaune* épais de 30 à 40 cm., très compact ; les seuls minéraux visibles sont des quartz, mais pas de micas ;
3. — *Un horizon rouge* un peu plus meuble, épais de 1 à 4 m. environ. On ne voit pas de micas à la partie supérieure. Ils n'apparaissent que vers le milieu de cet horizon.

La zone d'altération meuble humide, grise à brune, présente de nombreux filons de minéraux peu altérés.

## CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES.

*Propriétés physiques.* — Du fait de la nature de la roche-mère, c'est la fraction sableuse qui est la plus forte : 50 % environ. L'argile, abondante en surface, diminue progressivement avec la profondeur. Le limon reste assez constant, 20 à 30 %. L'humidité hygroscopique est faible et inférieure à 3 %. L'humidité équivalente se maintient entre 20 à 25 %, donc faible. L'indice de dispersion et l'indice d'agrégation sont moyens, respectivement 20 et 60 %. Le sol, bien que compact à l'état naturel, peut avoir une structure relativement stable une fois travaillé.

*Réaction.* — Le pH est acide (5,7 à 6,0).

*Propriétés chimiques.* — La matière organique totale est faible (1,5 % en surface) du fait du déboisement et des feux. L'humus extrait à l'oxalate est très faible. Par la soude, la quantité extraite est un peu plus élevée. L'azote total est voisin de 1 ‰.

*Le complexe absorbant.* — Peu ou très peu de bases échangeables ; chaux et potasse sont très faibles. La capacité d'échange ne dépasse pas 6 méq pour 100 gr. Le coefficient de saturation est voisin de 30 en surface et augmente avec la profondeur. L'acide phosphorique assimilable est très faible (moins de 0,05 ‰), l'acide total ne dépasse pas 0,18 %.

*Analyse totale.* — Les teneurs en alumine varient entre 26 et 30 %. Les teneurs en oxydes de fer sont plus fortes dans l'horizon jaune que dans l'horizon rouge sous-jacent (11,0 et 9,2 en surface, 6,5 et 5,7 dans l'horizon rouge). Le titane est compris entre 1 et 2 %. L'oxyde de manganèse n'est représenté qu'à l'état de traces. Le rapport Silice/Alumine est voisin de 1,4 en surface et diminue avec la profondeur pour augmenter ensuite.

## B. — SOL JAUNE TYPE AMBALAPAKA.

Ce type de sol se rencontre généralement à assez haute altitude vers 1.500 m. Il a été noté au voisinage de la forêt d'Ambalapaka, aux abords du plateau d'Analavory, à la partie sud du plateau de Bemanevika et sur le plateau de Marangaka.

La topographie est peu différente de celle des sols précédents et la végétation est souvent la forêt ou une savoka à dominance de Bruyères.

Le caractère essentiel de ce sol est donné par les blocs d'alumine qui se trouvent répartis dans l'horizon jaune à proximité du rouge.

Ce sont des blocs amorphes, aussi gros ou plus gros que le poing, caverneux, blanchâtres ou rosés. L'analyse de tels blocs prélevés près d'Ambalapaka et à Marangaka a été effectuée ; ils sont encore plus alumineux que celui d'Analavory (voir nos 400 et 402).

Un échantillon de sol a été prélevé en forêt d'Ambalapaka. Il est caractérisé par son pH acide, ses fortes teneurs en matière organique totale (15 %) et en humus tant extrait à la soude qu'à l'oxalate d'ammonium. La capacité d'échange est relativement élevée grâce à la matière organique, mais les bases échangeables sont très faibles et le coefficient de saturation très bas, de l'ordre de 10. Le rapport Silice/Alumine est nettement plus bas que dans les sols du type Beangezaka.

## C. — SOLS JAUNES A BLOCS DE ROCHES TYPE AMBODISATRANKELY.

Ces sols occupent des surfaces étendues dans tout l'ensemble de l'Ankai-zinana. Ce sont des sols quasi squelettiques où les blocs de rochers souvent très gros sont particulièrement abondants (Pl. X, C). De plus, ils sont presque toujours en pente très forte. Ils portent une végétation de Graminées ou d'arbustes (*Psiadia dodonaeifolia*). Dans les parties élevées, là où les rochers sont particulièrement abondants, on peut trouver des restes de forêt. Il est difficile de parler d'un profil. L'horizon humifère est le plus souvent absent et le sol est jaune très sableux, noyant des blocs de rochers éboulés. Entre les rochers, on cultive parfois le Riz irrigué.

## 5. — LES SOLS BRUN-ROUGE

## LOCALISATION.

Ces sols formés à partir de matériaux volcaniques : basaltes, cendres généralement trachytiques, sont assez répandus dans l'ensemble de l'Ankai-zinana. Dans la partie ouest, la roche-mère est un basalte ; il s'agit alors de pointements de surface assez restreinte. Dans l'est où ils sont formés à partir de cendres trachytiques, leur étendue est beaucoup plus considérable. Parmi les principales zones, citons dans l'ouest : Ambalabe, Ambodivohitra ; dans l'est, la partie nord de la plaine de Mangindranô et les abords de la cuvette de la Haute-Sofia.



## TOPOGRAPHIE.

Dans l'ouest, ces sols occupent la surface des petits cônes volcaniques. Près de Mangindrano, ils occupent des surfaces assez étendues sur des collines aux pentes relativement faibles, mais très attaquées par l'érosion.

## VÉGÉTATION.

Il n'y a plus de forêt sur ce type de sol. La végétation actuelle est, soit une savoka à *Philippia* et *Helichrysum*, soit la prairie à *Aristida*; localement on aura des *Hypparhenia*.

## MORPHOLOGIE.

Le profil présenté par ces sols est assez simple. L'horizon humifère est très réduit et la plupart du temps à peine discernable. Au-dessous on rencontre un horizon brun foncé à rougeâtre, assez homogène, épais de 1 à 2 m. Cet horizon argileux est constitué par un assemblage de petits polyèdres aux bords anguleux et parois lisses. On passe à la roche-mère par l'intermédiaire d'un horizon brun plus clair ou violacé plus compact que le précédent. Sur cendres trachytiques, le passage de l'horizon brun-rouge aux cendres altérées blanches est assez brutal. Généralement les cailloux sont rares dans le profil.

## CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES.

1. — *Propriétés physiques.*

*Granulométrie.* — La fraction argile est la plus abondante (30 à 50 %). Le limon est encore assez élevé quoiqu'un peu plus faible que l'argile. La fraction sableuse est assez faible. L'humidité hygroscopique est de 3 à 4 % en surface et augmente avec la profondeur. L'humidité équivalente est de l'ordre de 35 %. Le coefficient de dispersion est faible, surtout en profondeur : 5 %, et l'indice d'agrégation fort : 71 %, donc bonne structure physique, malgré la grosse proportion d'argile.

*Réaction.* — Le pH des sols brun-rouge est acide. Les valeurs obtenues varient entre 5,5 et 6,1.

2. — *Propriétés chimiques.*

*Matière organique.* — Malgré le manque de végétation arborée, les teneurs en matière organique totale sont assez fortes, puisque, en surface, on a de 3 à 5 %. L'humus extrait à l'oxalate d'ammonium est assez faible (moins de 1 ‰); en profondeur les teneurs sont très faibles ou nulles. L'humus extrait par la soude est plus élevé et donne des chiffres significatifs dans tous les horizons. Le rapport matières humiques précipitables sur matières humiques totales va croissant avec la profondeur, à l'inverse de ce qui se passe pour les sols bruns. L'azote total est assez variable, mais peut être abondant, lorsque le sol est peu érodé.

*Le complexe absorbant.* — Les teneurs en bases échangeables sont faibles

partout, en ce qui concerne la chaux et la potasse. Les teneurs en magnésie peuvent être localement assez fortes. La capacité de saturation est souvent plus forte en profondeur qu'en surface (15 à 20 méq pour 100 gr.) ; le coefficient de saturation est souvent assez faible.

L'acide phosphorique assimilable est inférieur à 0,1 ‰ et a tendance à croître légèrement avec la profondeur. L'acide total est compris entre 0,3 et 0,9 ‰.

*Analyse totale.* — Les teneurs en oxydes de fer et d'aluminium sont élevées et sensiblement équivalentes : 20 à 30 % environ. Le titane est compris entre 2 et 4 %. L'oxyde de manganèse varie entre 0,1 et 0,4 %. Les teneurs en silice combinée sont assez fortes ; il en résulte que les rapports Silice/Alumine et Silice/Hydroxydes sont assez élevées (1,5 environ).

#### 6. — LES SOLS PIERREUX SUR ROCHE VOLCANIQUE

Ces sols sont voisins des sols bruns précédemment décrits. Ils s'en distinguent par une forte quantité de matériaux frais, roches ou cendres dans le profil.

##### LOCALISATION.

Ce type de sol se rencontre à proximité des volcans les plus récents, en particulier dans la partie ouest de la feuille de Bealanana. Il est formé à partir des coulées fraîches de ces volcans et se rencontre dans le fond de certaines vallées (Maevavano, Amberivery, Betainkankana et Bealanana).

##### TOPOGRAPHIE.

Ce sol occupe des surfaces planes généralement bien drainées par suite de la grande perméabilité de la roche-mère. Localement, on peut avoir de véritables amoncellements de roches (bombes ou blocs scoriacés).

##### VÉGÉTATION.

Elle est généralement formée d'une prairie à Fatakana (*Hypparhenia rufa*).

##### MORPHOLOGIE.

Le profil est assez semblable à ceux des sols bruns, mais s'en distingue par une forte proportion de roches réparties dans toute l'épaisseur et devenant de plus en plus nombreuses avec la profondeur. L'horizon humifère est assez épais ; c'est cet horizon qui a fait donner à ce type de sol le nom de « terre noire ». La structure est généralement grenue. On passe ensuite à un horizon brun assez foncé, présentant une structure plus ou moins prismatique avec de nombreux blocs de basalte, puis à la roche-mère.

##### PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES.

*Granulométrie.* — La proportion de cailloux est grande dans tout le profil et augmente avec la profondeur, la partie fine du sol est riche surtout en

argile (30 à 50 % avec 20 % environ de limon et autant en sable fin). L'eau d'hygroscopicité est assez élevée (6 à 8 %).

*Réaction.* — Le pH est acide (6,0).

#### PROPRIÉTÉS CHIMIQUES.

La teneur en matière organique est élevée en surface (6 %) et décroît régulièrement avec la profondeur.

L'humus extrait à l'oxalate est faible, de même que l'extrait à la soude. Le rapport varie dans le même sens que celui des sols brun-rouge.

L'azote paraît un peu faible par rapport au carbone; le rapport C/N est très élevé (20).

Le complexe absorbant est moins appauvri que dans la plupart des sols précédents. La chaux dépasse 1,5 ‰, la magnésie est moyenne et la potasse toujours faible. La capacité d'échange est comprise entre 15 et 20 méq pour 100 gr. Le coefficient de saturation est voisin de 40.

L'acide phosphorique assimilable est, comme partout, faible. La valeur du rapport Silice/Alumine est comprise entre 1,5 et 1,8.

### D. — Sols intrazonaux (hydromorphes)

#### 1. — LES SOLS DE MARAIS

##### LOCALISATION.

De grandes étendues de sols de marais occupent la plaine de la Maevarano-sud et ses annexes dans les régions d'Ampandrana-Ambodikakazo et d'Ambodiampana-Bemololo, ainsi que la plus grande partie de la plaine de Betainkankana et presque toute la partie N.-O. de la plaine de Bealanana. Toute la partie S.-O. et une partie du N.-O. de la plaine de Mangindrano-nord, le centre du Bassin de la Sofia et diverses parties de la plaine de la Manampatrana (digitation d'Anamboriana) sont également occupées par des sols de ce type. Enfin des sols assez voisins se rencontrent très fréquemment dans les multiples petites digitations qui s'enfoncent entre les collines.

##### TOPOGRAPHIE.

Ces sols se rencontrent dans tous les bas-fonds mal drainés des plaines et dans les régions où la très faible pente du terrain amène les ruisseaux et rivières à n'avoir aucun cours précis.

##### VÉGÉTATION.

Les formes végétales sont peu variées: de façon générale on observe une dominance très nette de *Cyperus emirnensis* (Zozoro) auquel sont associées des Fougères et diverses autres plantes. Dans certains cas on observe la formation de ce type de sol sous une prairie flottante de Graminées (Hosihosy) associées à quelques Fougères et petites Cypéracées.

## MORPHOLOGIE.

On peut distinguer les horizons suivants :

1. — *Un horizon humifère noir*, souvent épais d'environ 1 m., gorgé d'eau et constitué de bandes de racines superposées enfouies les unes sous les autres et plus ou moins bien décomposées. Les éléments minéraux mélangés à la matière organique sont très abondants et constitués presque uniquement d'argile et de limon. Certaines des bandes de racines enfouies sont de couleur brun rouge, mais noircissent immédiatement à l'air. La structure, souvent fluante, est cependant parfois grumeleuse ou compacte. On ne rencontre qu'assez rarement en surface un enchevêtrement de racines actuelles non décomposées.

2. — *Un horizon plastique* plus ou moins fluant de couleur blanc sale, gris ou bleuâtre, parfois avec quelques taches rouille.

## CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES.

1. — *Propriétés physiques.*

*Granulométrie.* — La fraction minérale est très abondante même dans les horizons paraissant les plus riches en matières organiques. On a affaire à des marécages dans lesquels l'alluvionnement est intense : cet alluvionnement est presque uniquement constitué par des éléments fins. En moyenne, sur ces sols séchés à l'air, on trouve dans les horizons noirs 35 % d'argile, 22 % de limon, 22 % de sable fin, et 8 % de sable grossier, l'humidité résiduelle étant comprise entre 5 % et 6 %. La composition granulométrique de l'horizon sous-jacent est assez semblable : on y remarque cependant, en moyenne, une proportion un peu plus forte de sable fin et grossier.

On a donc affaire à des sols argilo-limoneux riches en matières organiques et non à de véritables tourbes.

*L'humidité équivalente* varie entre 40 et 60 % pour les horizons riches en matière organique. Pour l'argile plastique sous-jacente, elle est de 30 à 40 %. Si la quantité d'eau retenue est importante, le point de flétrissement est aussi élevé et les plantes peuvent craindre la sécheresse si le drainage est trop intense.

*L'indice de dispersion* est assez fort en surface (45 %), très fort en profondeur (55 %). Ces argiles sont en effet très dispersées, ce qui explique leur plasticité. Elles se mettent spontanément en suspension dans l'eau. L'indice d'agrégation est fort en surface (94 %) grâce aux granules organiques très stables, surtout après dessiccation, très faible en profondeur, à cause du manque de matière organique et de l'abondance d'argile dispersée. Si la structure physique peut être suffisante en surface, le sous-sol est par contre beaucoup trop compact.

*Réaction.* — Ces sols sont acides, les horizons organiques ont un pH voisin de 5,4 ; l'horizon plastique sous-jacent un pH voisin de 5,8.

## 2. — Propriétés chimiques.

*Matière organique.* — Malgré leur apparence et leur couleur noire, ces sols ne possèdent en moyenne que 7,5 % de matière organique dans les horizons supérieurs, cette teneur pouvant varier de 2 à 18 % ; dans la couche humifère de l'échantillon n° 62 sur lequel la végétation typique de marais est particulièrement exubérante, on ne trouve que 5 % de matière organique.

L'humus soluble à l'oxalate constitue 10 % de la matière organique dans la partie supérieure de la couche humifère et 5 % dans la partie inférieure : il est donc relativement abondant.

Par extraction à la soude, on obtient des chiffres notablement plus élevés qu'avec l'oxalate d'ammonium. La valeur du rapport R dépasse 60 %.

Dans la couche plastique on trouve en moyenne 1 % de matière organique dont 1/25 est constitué en général par de l'humus soluble à l'oxalate.

*Azote.* — Contrairement aux véritables sols tourbeux, le rapport C/N est peu élevé : il est légèrement inférieur à 10 en surface et descend ensuite aux environs de 8 dans les couches organiques profondes et dans l'horizon plastique. Il s'en suit que ces sols peuvent être considérés comme riches en azote, la teneur en cet élément étant comprise en moyenne entre 4,5 ‰ et 5 ‰ sur une assez grande profondeur.

*Complexe absorbant.* — La chaux échangeable est, sauf exception, supérieure à 1 ‰ ; elle ne semble pas varier de façon systématique selon la teneur en matière organique, la profondeur du prélèvement ou la nature de l'horizon, et est en moyenne de 1,3 ‰, valeur suffisante pour l'alimentation des plantes cultivées, mais insuffisante pour assurer une bonne structure à des sols dont la fraction minérale est constituée essentiellement d'éléments fins. La magnésie est proportionnellement plus abondante et le rapport  $\frac{\text{CaO}}{\text{MgO}}$  est voisin de 4,5.

La potasse n'est présente qu'en quantité médiocre, de l'ordre de 0,08 ‰, et paraît être un peu moins abondante dans les prélèvements faits en surface.

La capacité d'échange est assez élevée dans les horizons riches en matière organique où elle est de l'ordre de 30 milliéquivalents pour 100 gr. ; elle s'abaisse à la moitié de cette valeur dans l'horizon plastique sous-jacent.

Le coefficient de saturation est assez variable d'un profil à l'autre et dans un même profil, il est parfois de l'ordre de 30 % ; on a donc affaire à des sols à complexe absorbant médiocrement saturé.

*Acide phosphorique.* — Ce type de sol est relativement assez bien pourvu en phosphore assimilable, avec en moyenne 0,15 ‰ de  $\text{P}_2\text{O}_5$  soluble à l'acide citrique dans les horizons organiques et un peu moins de 0,1 ‰ dans l'horizon plastique ; ce sont là des valeurs encore assez faibles, mais cependant nullement négligeables en région latéritique.

L'acide phosphorique total n'a été déterminé que dans quelques-uns

des horizons plastiques, où il est de l'ordre de 0,1 % à 0,2 % exprimé en  $P_2O_5$ , ce qui est moyen.

*Analyse totale.* — Ces analyses n'ont été effectuées que pour quelques horizons plastiques ; on trouve des teneurs en alumine de 25 % environ et des teneurs en oxyde de fer voisines de 5 % seulement, ce qui paraît indiquer une élimination de ce dernier élément. La teneur en titane est comprise entre 1 % et 2 %, le manganèse est pratiquement inexistant.

Le rapport  $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$  est compris entre 1,15 et 1,7, ce qui permet de donner à ces sols une origine latéritique.

## 2. — LES SOLS GRIS A TACHES ROUILLE

### LOCALISATION.

Ce type de sol, que l'on peut au point de vue morphologique rapprocher des « Meadow Bog Soils » de la classification américaine, a une large extension dans l'Ankaizinana, particulièrement le long et à proximité de la rivière Maevarano. On en rencontre une grande plage dans la plaine de Mangindrano-nord à l'est de la Maevarano ; toute la partie centrale de la plaine de Mangindrano-sud est occupée par des sols de ce type, et dans la plaine de la Maevarano-sud les sols gris à taches rouille occupent de larges étendues en aval d'Ambatoria. Les zones à faibles pentes, peu marécageuses, du bassin de la Sofia sont également toutes occupées par ce type de sol. Dans la plaine de Bealanana on en rencontre au nord d'Ambatoria ; dans la plaine de la Manampatrana on peut en signaler quelques grandes taches au sud de Besahoana et au sud-est d'Ambalafony.

### TOPOGRAPHIE.

Les sols gris à taches rouille sont toujours des formations de zones basses mal drainées où la nappe phréatique est très proche de la surface et subit des variations périodiques.

### VÉGÉTATION.

Elle est constituée par une prairie basse très couvrante à base de Graminées rampantes parmi lesquelles *Panicum comorense* (Hosihosy) ; on ne trouve que très rarement des Légumineuses mêlées aux Graminées. Lorsque l'évolution pédologique du sol est très poussée, dans les zones basses apparaissent diverses petites Cypéracées, tandis que dans les zones sèches l'*Aristida* et divers *Sporobolus* substituent leurs formations ouvertes en hautes touffes à la prairie couvrante basse qui prend un aspect moussu et lépreux.

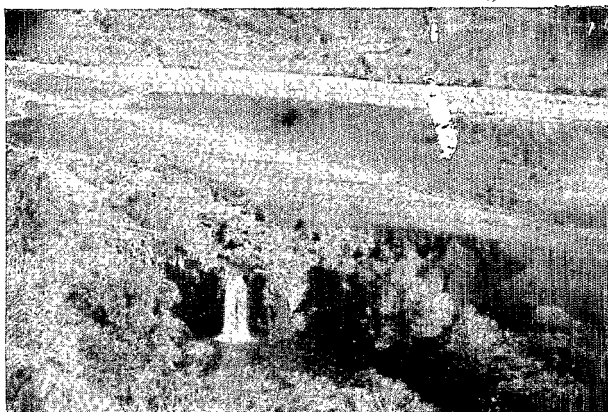
### MORPHOLOGIE.

L'évolution pédologique doit être attribuée à un phénomène de batte-

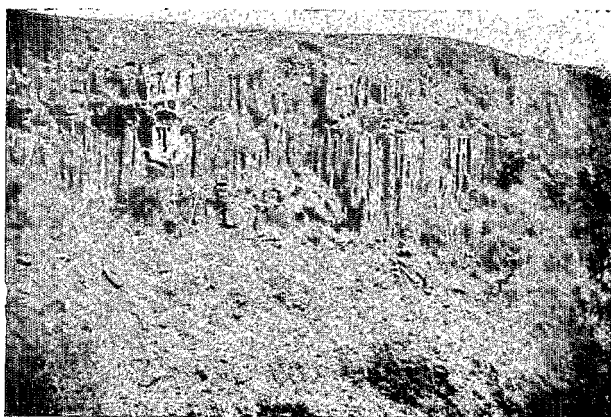
A. — Front de la coulée volcanique  
ayant envahi la vallée de l'Amberivory.

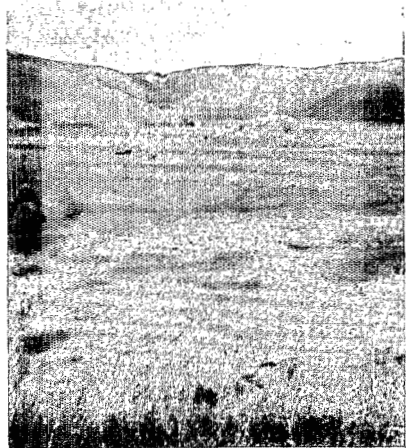


B. — Coulée volcanique dans la vallée de  
la Manirenja (Plateau de Bemanevika).

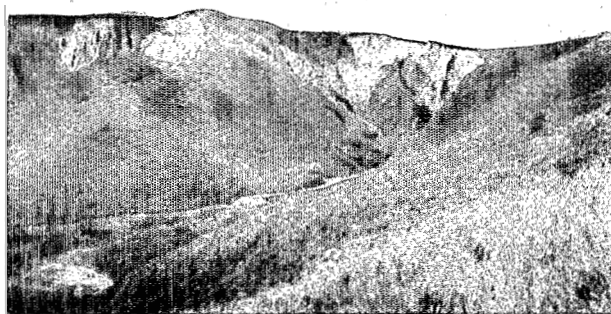


C. — Orgues basaltiques dans la vallée  
de la Manirenja.





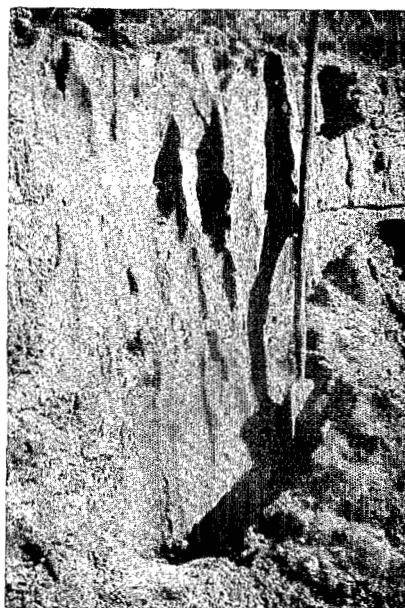
A



B



C



D

A. Digitation d'Androtabe (Plaine de Bealanana). Rizière en saison des pluies; pâturage en saison sèche. — B. Érosion en lavaka près d'Androtabe. — C. Région d'Ambararatabe-Sud. Lavaka formé à la faveur d'une piste de Bœufs. — D. Profil de sol podzolique près d'Ambodivohitra.



ment de la nappe phréatique déterminant une migration de fer en milieu anaérobie.

On peut distinguer trois horizons au-dessus de la roche-mère qui, lorsqu'elle a été atteinte, s'est présentée comme étant une alluvion de couleur beige ou jaune.

1. — *Un horizon noir ou gris noir très humifère* sur 10 à 20 cm. d'épaisseur, de structure variable, mais, le plus souvent, grumeleux ou prismatique, avec nombreuses racines plus ou moins décomposées.

2. — *Un horizon gris*, plus ou moins sableux, avec taches rouille si l'évolution est en cours, sans taches rouille si le profil est mûr. C'est en général le long des cavités des anciennes racines que ces taches sont le plus abondantes.

3. — *Un horizon sablo-argileux* souvent plastique avec, sur fond gris, de très nombreuses taches rouille ayant tendance à durcir.

Dans quelques cas d'évolution très poussée, il semble que l'horizon (3) manque, tout le fer ayant migré par l'intermédiaire de la nappe ; l'horizon (2) occupe alors toute la zone profonde du profil et a tendance à durcir vers 1 m. de profondeur sous forme d'alias gréseux jusqu'à être absolument impénétrable à la sonde : ce phénomène s'observe particulièrement au N.-E. d'Antsambalahy où ce sous-type de sol a été porté sur la carte pédologique sous le nom de sol gris à alias.

Les sols gris à taches rouille dérivant généralement d'alluvions normales, la limite entre les alluvions présentant un début de migration de fer et les sols gris à taches rouille est assez délicate à préciser. De même les sols de marais à horizon organique peu épais peuvent évoluer une fois émergés en sol gris à taches rouille : c'est certainement le cas pour le profil n° 15 qui fournit cependant un bon exemple de ce dernier type de sol.

#### CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES.

##### 1. — *Propriétés physiques.*

*Granulométrie.* — L'argile est assez abondante. Dans l'horizon humifère le taux d'argile est assez constant et un peu supérieur en moyenne à 30. % ; dans les horizons profonds la valeur moyenne est du même ordre, mais l'écart à la moyenne est très grand, particulièrement pour les horizons lessivés gris, où des taux extrêmement élevés d'argile peuvent aussi bien se rencontrer que des taux extrêmement bas.

Le limon, inférieur à 20 % en moyenne, est un peu plus abondant dans l'horizon supérieur.

Le sable fin est souvent présent en proportion voisine de 20 %.

Le sable grossier est deux à trois fois plus abondant, en général, dans les horizons gris et gris à taches rouille que dans l'horizon humifère, où il ne représente en moyenne que 13 % de la fraction minérale.

*Humidité.* — Malgré son assez forte proportion d'argile, ce type de sol

ne retient qu'assez peu d'eau hygroscopique : 5 % dans l'horizon supérieur, 2,5 % à 3 % dans les horizons inférieurs.

L'humidité équivalente est de 30 à 40 % dans les horizons de surface, mais descend entre 10 et 20 % dans les horizons gris tachetés, ce qui est peut-être dû à un début de concrétionnement.

*Indice de dispersion.* — L'indice de dispersion est moyen en surface : 35 à 45 %, mais fort en profondeur comme dans le cas des sols de marais (50 %). L'indice d'agréation est faible en surface (60 %), très faible en profondeur (15 %). Ce sont donc des sols à mauvaise structure, trop compacte et trop plastique.

*Réaction.* — Ces sols sont acides : le pH — voisin en surface de 5,4 — croît un peu avec la profondeur.

## 2. — Propriétés chimiques.

*Matière organique.* — L'horizon supérieur humifère est riche en matière organique, la teneur pouvant varier de 3,5 à 16 % et étant en moyenne de 8 %. Dans les horizons gris et gris à taches rouille, la matière organique est peu abondante : 0,7 et 0,5 % en moyenne.

L'humus soluble à l'oxalate représente dans l'horizon supérieur un peu plus de 5 % de la matière organique totale, mais les horizons inférieurs en sont presque complètement dépourvus.

L'humus soluble à la soude est en général plus abondant. La fraction non humifiée est assez élevée en surface ; en profondeur le rapport R est très élevé ; presque toute la matière organique décomposée est humifiée.

*Azote.* — L'azote est très abondant dans l'horizon humifère de surface, dépassant en moyenne 4,5 ‰, et le rapport C/N est voisin de 10. Ce rapport C/N diminue nettement le long du profil jusqu'à n'être guère supérieur à 5 dans l'horizon « à taches rouille ».

*Complexe absorbant.* — La chaux échangeable est en général inférieure à 1 ‰ dans tous les horizons et est en moyenne de 0,8 ‰, valeur certainement insuffisante.

La magnésie est relativement abondante et augmente avec la profondeur : le rapport  $\frac{\text{CaO}}{\text{MgO}}$  étant voisin de 5 en surface et de 2,5 en profondeur.

La potasse est faible, de l'ordre de 0,06 ‰ en surface et dans l'horizon profond à taches rouille, tandis que l'horizon gris décoloré intermédiaire paraît encore plus pauvre en cet élément.

La capacité d'échange, liée pour une grande part au taux de matière organique, est assez élevée en surface, avec 25 milliéquivalents pour 100 gr., s'abaisse en général à 10 milliéquivalents dans l'horizon gris, pour se relever légèrement dans l'horizon à taches rouille.

Le coefficient de saturation du complexe absorbant est faible en surface, généralement inférieur à 20 % : il croît presque toujours avec la profondeur.

*Acide phosphorique.* — Les teneurs en  $\text{P}_2\text{O}_5$  soluble à l'acide citrique

sont très médiocres à très faibles, avec en moyenne 0,06 ‰ dans l'horizon supérieur et 0,025 ‰ dans les horizons profonds. L'acide phosphorique total est faible, de l'ordre de 0,1 ‰ exprimé en  $P_2O_5$ .

*Analyses totales.* — Ces analyses ont été effectuées pour deux profils (15 et 32) : on y trouve des teneurs en alumine nettement plus fortes qu'en oxyde de fer, ce qui indiquerait un lessivage en ce dernier élément.

Le rapport  $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$  est supérieur à 2, au moins en surface, aussi ce type de sol ne doit-il pas être considéré comme latéritique.

### 3. — LES BETRONTANY

#### LOCALISATION.

Le type de sol ainsi désigné, d'après le nom local qui lui est attribué, est en fait un sol de marais recouvert par une couche assez mince d'alluvions actuelles. Son extension est assez faible : on en rencontre au S.-O. de Bealanana et dans la région de Bepaka-Andasinimaro à proximité de la Maevaranano ; les betrontany sont également disséminés dans toutes les plaines de l'Ankaizinana en bordure ou en amont des marécages.

Etant donné l'alluvionnement intense actuel et l'avantage que l'on peut trouver à favoriser la formation de ce sol complexe, à condition d'être à même de limiter le recouvrement limoneux à une couche suffisamment mince, l'extension des betrontany sera probablement de plus en plus grande dans l'avenir.

#### TOPOGRAPHIE.

Les betrontany sont essentiellement des sols de bas-fonds en cours d'exondation par apports annuels de tranches d'alluvions ; on les rencontre le plus fréquemment dans les digitations de moyenne grandeur, mais on peut aussi en trouver dans les zones de déplacement des méandres lorsque les cours d'eau traversent des marécages.

#### VÉGÉTATION.

Les types de végétation sont peu stables : sur ces sols qui s'exondent, les Zozoro disparaissent peu à peu et ont un aspect soufriteux ; la végétation naturelle évolue vers la prairie à *Panicum comorense* (Hosihosy) mêlée de quelques *Cyperus latifolius* (Vendrana).

#### MORPHOLOGIE.

On peut distinguer les horizons suivants, qui sont l'effet d'une superposition et non d'une évolution pédologique normale.

1. — Une nappe limono-argileuse de 10 cm. à 1 m. d'épaisseur, formée d'alluvions actuelles micacées, sans structure définie, assez compactes mais non plastiques et facilement pénétrables aux racines. La partie supérieure

de cette nappe d'alluvions est généralement beige, tandis que la partie inférieure est de couleur plus foncée ; ce recouvrement a l'aspect d'une coupe de cervelle (Betrontany = terre cervelle en malgache). On peut parfois distinguer quelques migrations de fer à la partie inférieure de la nappe d'alluvions si celle-ci est épaisse.

2. — *Un horizon organique de sol de marais* enterré contenant, comme les sols de marais typiques de la région, une forte proportion d'éléments minéraux.

3. — *Un horizon plastique* blanc à gris (cet horizon n'a été en pratique rencontré à une profondeur accessible à la sonde que pour le profil n° 33).

#### CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES.

On fera, dans tout ce qui va suivre, abstraction du profil n° 18, assez peu typique, et d'une complexité plus grande que les betrontany normaux : ce sol n° 18, bien que plus pauvre chimiquement que les betrontany classiques, constitue un excellent sol à Café.

##### 1. — *Propriétés physiques.*

*Granulométrie.* — Dans la nappe de recouvrement actuelle, c'est l'argile et surtout le limon qui paraissent les plus abondants, avec environ 30 % d'argile et 35 % de limon ; le sable grossier n'est présent qu'en proportion infime.

Dans les couches de sols noirs enterrés, l'argile paraît former de loin la portion la plus importante de la fraction minérale.

*Humidité.* — La proportion d'eau hygroscopique retenue est de l'ordre de 5 % dans tous les horizons ; elle passe par un maximum dans la couche humifère enterrée.

L'humidité équivalente est assez forte en surface (44 %) et varie beaucoup en profondeur suivant les horizons.

*Indice de dispersion et d'aggrégation.* — L'indice de dispersion est assez fort en surface comme pour les baiboho, très fort en profondeur comme pour les sols de marais. L'indice d'aggrégation, moyen en surface (78 %), baisse vers la profondeur (58 %). Nous sommes donc en présence d'un sol de structure relativement lourde en surface et devenant de plus en plus compacte vers la profondeur.

*Réaction.* — Ces sols sont acides, le pH est voisin de 5,6 et ne varie pas de façon systématique le long du profil.

##### 2. — *Propriétés chimiques.*

*Matières organiques.* — Le recouvrement limono-argileux de surface n'est pas dépourvu de matières organiques : en moyenne il en contient 5 %. En profondeur, l'horizon de sol de marais enterré paraît plus riche en matière organique que les sols de marais en place : dans les deux profils de betrontany analysés, la teneur en matière organique dans la couche la mieux pourvue est voisine de 15 %.

L'humus soluble à l'oxalate est relativement peu abondant en surface : 1,4 %, soit 2,7 % de la matière organique totale ; il paraît représenter un pourcentage plus fort de la matière organique dans la couche noire enterrée.

*Azote.* — Dans le recouvrement limono-argileux de surface, le taux d'azote est voisin de 3 ‰. Dans l'horizon organique enterré, ce taux est beaucoup plus élevé : environ 7 ‰. Le rapport C/N, très voisin de 10 en surface, croît régulièrement avec la profondeur, jusqu'à approcher de 20.

*Complexe absorbant.* — La chaux échangeable est de l'ordre de 1 ‰ : on peut constater deux maxima de teneur en cet élément, l'un en surface, l'autre dans l'horizon le plus organique.

La magnésie est assez abondante : 0,3 ‰ en moyenne et le rapport  $\frac{\text{CaO}}{\text{MgO}}$  est voisin de 4.

La potasse est assez déficiente. Elle présente deux maxima où sa teneur est de l'ordre de 0,1 ‰ : en surface d'une part, et dans l'horizon le plus riche en matière organique de l'autre.

La capacité de saturation est fonction de la matière organique : fréquemment voisine de 20 milliéquivalents pour 100 gr., elle peut s'élever à 50 milliéquivalents pour 100 gr. dans l'horizon le plus organique.

Le coefficient de saturation, voisin de 30 % en surface, s'abaisse en profondeur (sauf pour le profil n° 18).

*Acide phosphorique.* — Bien que provenant d'un alluvionnement de matériaux latéritiques, la couche limono-argileuse de surface n'est pas dépourvue d'acide phosphorique assimilable, puisqu'on y trouve environ 0,2 ‰ de  $\text{P}_2\text{O}_5$  soluble à l'acide citrique, taux très honorable en région tropicale humide. En profondeur le phosphore soluble à l'acide citrique passe par un maximum coïncidant sensiblement avec l'horizon le plus organique.

*Analyse totale.* — Une seule analyse totale a été effectuée pour le prélèvement n° 18-5 ; pour cet échantillon de profondeur on trouve un rapport  $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$  voisin de 1,2.

#### 4. — LES PODZOLS

##### LOCALISATION.

Des sols présentant une migration d'humus en profondeur se rencontrent parfois le long des berges de la Maevarano. Ils n'occupent qu'une surface très restreinte, aussi n'ont-ils pas été portés sur la carte, sauf à Ambodivohitra, à l'extrémité ouest de la région étudiée.

Les rares podzols que l'on rencontre dans l'Ankaizinana présentent toujours des profils complexes avec un recouvrement alluvionnaire, et souvent plusieurs niveaux très nettement distincts d'accumulation d'humus. Bien que, pour expliquer leur pédogenèse, l'on ne puisse écarter *a priori* la possibilité d'une migration *per descensum* de l'humus de l'horizon supérieur, il paraît

plus probable que les accumulations d'humus rencontrées en profondeur proviennent d'un lessivage oblique par la nappe phréatique des sols gris-rouille voisins, l'humus étant entraîné sous forme de complexe ferro-humique et ses divers niveaux d'accumulation représentant des niveaux successifs de la nappe phréatique : c'est pourquoi nous avons classé ce type de sol dans les sols hydromorphes intrazonaux.

#### MORPHOLOGIE.

Au-dessous d'une alluvion actuelle peu épaisse on rencontre un sol gris clair très sableux présentant en profondeur, d'abord une accumulation d'oxyde ferrique, puis une accumulation d'humus très noir en grandes taches, l'humus cimentant le sable (Pl. XII, D).

#### CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES.

##### 1. — *Propriétés physiques.*

*Granulométrie.* — Au-dessous du sol alluvionnaire récent, assez riche en éléments fins, argile et limon, on trouve une zone constituée presque exclusivement de sable fin et grossier, l'humidité résiduelle de ces sols étant très faible, ainsi que leur humidité équivalente.

Sauf en surface, l'indice de dispersion est très élevé et l'indice d'aggrégation nul, ce qui indique que la faible quantité d'argile accompagnant le sable est, toute, à l'état dispersé.

*Réaction.* — Ce sol est acide, le pH présentant une valeur maximum à la partie supérieure de la zone sableuse.

##### 2. — *Propriétés chimiques.*

La matière organique, assez abondante en surface dans la couche d'alluvions actuelles, passe par un minimum pour l'horizon à taches rouille ; de même l'humus soluble à l'oxalate, quoique de façon plus nette, la proportion de matière noire soluble par rapport à la matière organique totale passant par deux maxima, l'un en surface, l'autre en profondeur dans l'horizon à taches noires : l'extraction à la soude donne ici des résultats moins significatifs.

L'azote diminue assez régulièrement avec la profondeur.

La capacité d'échange est faible et diminue le long du profil ; la chaux et la magnésie diminuent assez régulièrement avec la profondeur, la potasse est pratiquement indosable ; le coefficient de saturation se maintient au-dessus de 30 %.

L'acide phosphorique soluble à l'acide citrique est très faible : il passe cependant par un maximum pour l'horizon à taches rouille.

## E. — Sols azonaux (Alluvions)

## 1. — ALLUVIONS JAUNES

## LOCALISATION.

Rarement rencontrées dans l'ouest de l'Ankaizinana où l'on ne peut en signaler qu'une petite tache près d'Antsoriamena, les alluvions jaunes forment de grandes surfaces dans les plaines sud et nord de Mangindrano près d'Antanantana d'une part et du nord d'Antafindakana de l'autre. Dans l'est du bassin de la Sofia, où leur origine paraît colluviale, on en rencontre quelques zones, de surface assez limitée, tandis que ce type de sol occupe la moitié de l'ensemble des zones planes dans la région de la Manampatrana.

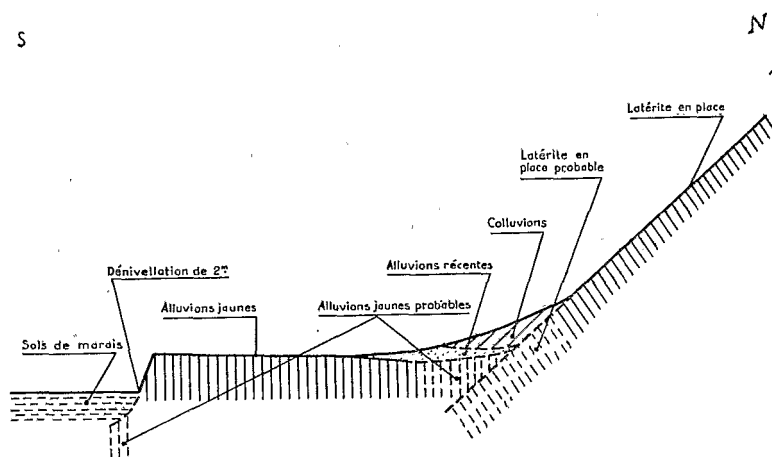


FIG. 7. — Schéma de la succession des sols rencontrés à l'est des villages d'Antanantana-Ambodimanga (plaine de Mangindrano-sud).

## TOPOGRAPHIE.

La position des alluvions jaunes est caractéristique : elles forment, sauf dans la région de la Manampatrana, des zones planes, légèrement en relief au milieu de la plaine. Il semble que l'on ait affaire non à des placages, mais à des alluvions anciennes de grande épaisseur dont les zones respectées par l'érosion seraient en relief, tandis que les zones érodées seraient enfouies sous des apports plus récents ; on peut en effet en rencontrer à faible profondeur, sous les sols gris à taches rouille, dans la partie S.-E. de la plaine de Mangindrano-nord et sous des alluvions récentes près d'Antanantana. Nous joignons un schéma de la succession de sols rencontrés à l'est des villages d'Antanantana-Ambodimanga (Fig. 7).

Dans la plaine de la Manampatrana, les alluvions jaunes apparaissent sur une épaisseur de plusieurs mètres lorsqu'elles sont entaillées, un peu

à la façon des loess, par les thalwegs des ruisseaux et rivières ; on ne les rencontre que dans les zones où l'érosion des collines latéritiques environnantes est peu avancée et s'effectue uniquement en nappe : l'on peut observer dans certains cas une continuité certaine entre l'horizon jaune des latérites forestières et les alluvions jaunes.

#### VÉGÉTATION.

Typiquement, les alluvions jaunes portent une prairie haute à *Hypparhenia rufa*, mêlée de quelques arbustes (Goyaviers), mais lorsque le pédo-climat est plus humide que la normale, on voit apparaître une strate de Graminées basses rampantes à base de *Panicum comorense* (Hosihosy). Enfin une grande partie de la zone d'alluvions jaunes rencontrées dans la plaine de Mangindrano-nord porte une prairie à base de *Sporobolus* sp.

#### MORPHOLOGIE.

Les caractéristiques morphologiques essentielles des alluvions jaunes sont leur grande homogénéité d'aspect sur une forte épaisseur et l'absence complète de particules micacées dans le profil. Une couche humifère assez épaisse se rencontre en surface. On aura :

1. — *Un horizon brun-noir* de 20 cm. d'épaisseur environ, à structure granulo-prismatique, avec nombreuses racines actuelles, passant progressivement à :

2. — *Un horizon ocre-jaune*, sans traces d'individualisation du fer, non micacé, avec souvent quelques fentes de retrait le long des trajets de racines. Cet horizon est assez compact, mais sans tendance à la plasticité : au toucher, sa structure est plutôt sableuse, bien que l'argile constitue la majeure partie de la fraction minérale comme on le verra par la suite.

#### CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES.

##### 1. — *Propriétés physiques.*

*Granulométrie.* — En surface, les éléments moyens, limon et sable fin, constituent la majeure partie de la fraction minérale dont la composition moyenne est la suivante : 22 % d'argile, 30 % de limon, 30 % de sable fin, 10 % de sable grossier. En profondeur, le taux d'argile s'élève considérablement, au détriment des éléments moyens, jusqu'à dépasser 40 %, tandis que le taux de sable grossier s'élève également un peu.

*Humidité.* — Malgré la matière organique de la couche superficielle, l'eau hygroscopique a tendance à être un peu plus abondante en profondeur, phénomène qu'on doit au taux considérable d'argile dans l'horizon ocre-jaune. L'humidité équivalente oscille autour de 35 % en surface et de 25 % en profondeur, bien que la quantité d'argile augmente en profondeur. Il est donc probable que la plus forte humidité équivalente en surface est due aux matières organiques.



*Indice de dispersion et indice d'agrégation.* — L'indice de dispersion est moyen : 30 %, un peu plus élevé en surface, 35 %. L'indice d'agrégation est aussi dans la moyenne : 60 à 70 %. La structure physique est donc convenable, avec cependant tendance à la compacité.

*Réaction.* — Le pH est acide, de l'ordre de 5,4 en surface, et augmente légèrement avec la profondeur.

## 2. — *Propriétés chimiques.*

*Matières organiques.* — Dans l'horizon supérieur le taux de matière organique peut varier de 3 % à 7 % avec une moyenne de 5 %, ce qui est appréciable, tandis que l'humus soluble à l'oxalate est compris entre 1 ‰ et 5 ‰.

En profondeur, dans l'horizon ocre-jaune, le taux de matière organique est inférieur à 1 % et l'humus soluble à l'oxalate est de l'ordre de 0,3 ‰. Ici, comme dans les sols de marais et podzols, la quantité d'humus extraite à la soude 0,05 N n'est pas en général plus importante que la quantité obtenue par l'oxalate d'ammonium à 3 %. Comme pour la plupart des alluvions récentes, le taux d'humification est faible, voisin de 40, la partie humifère soluble et non précipitable par les acides est plus importante que la partie précipitable, ce qui dénote sans doute une activité microbienne plus forte, si l'on estime que cette première fraction est plus particulièrement due à l'excrétion microbienne.

*Azote.* — Dans l'horizon supérieur, le taux d'azote est assez constant et voisin de 3 ‰. Le rapport C/N est inférieur à 10 pour les sols dont le taux de matière organique est inférieur à 5 % et supérieur à 10 dans le cas contraire. En profondeur le taux d'azote est voisin de 0,7 ‰ et le rapport C/N est peu élevé, de l'ordre de 6.

*Complexe absorbant.* — Le taux de chaux échangeable ne descend guère au-dessous de 1 ‰ en surface ; en profondeur il peut descendre à moins de 0,5 ‰ et est en général inférieur à 1 ‰. La magnésie est abondante : 0,45 ‰ en surface et 0,35 ‰ en profondeur, ce qui détermine des rapports  $\frac{\text{CaO}}{\text{MgO}}$  inférieurs à 3, donc relativement bas.

Le taux de potasse est assez variable, mais souvent faible : en moyenne on trouve 0,1 ‰ dans l'horizon humifère et 0,06 ‰ dans l'horizon ocre-jaune.

La capacité d'échange est en surface voisine de 20 milliéquivalents pour 100 gr., valeur assez constante ; en profondeur la valeur moyenne de la capacité d'échange est également voisine de 20 milliéquivalents pour 100 gr. de sol, mais très variable d'un profil à l'autre.

Le coefficient de saturation oscille en surface entre 20 et 40 % ; sa valeur en profondeur est très variable.

*Acide phosphorique.* — Les alluvions jaunes sont très nettement carencées en phosphore assimilable soluble à l'acide citrique : on peut dire qu'en surface

on en trouve des traces, de l'ordre de 0,03 ‰ exprimés en  $P_2O_5$ , tandis qu'en profondeur cet élément est presque indosable.

Le phosphore total, d'après les quelques analyses que nous avons effectuées, est de l'ordre de 0,2 ‰ exprimé en  $P_2O_5$ .

*Analyse totale.* — L'alumine est deux à trois fois plus abondante que le fer, les taux de titane sont compris entre 1 ‰ et 2 ‰, le manganèse est présent, souvent à l'état de fortes traces.

La valeur du rapport  $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$  décroît nettement avec la profondeur et est comprise entre 1 et 2, ce qui indique que l'on a affaire à des argiles d'origine latéritique.

## 2. — BAIBOHO

Dans certaines régions de Madagascar, le terme de « baiboho » est appliqué à des alluvions récentes plus ou moins micacées et pédologiquement peu évoluées : c'est ce terme que nous avons adopté pour désigner les alluvions peu évoluées, d'origine fluviale, de l'Ankaizinana.

### LOCALISATION.

Dans la plaine de Bealanana, les baiboho occupent des espaces de superficie moyenne autour de Bealanana et au sud de Beandrarezina.

Dans la plaine de la basse Maevarano une bande assez étroite d'alluvions récentes se rencontre de part et d'autre du cours du fleuve, tandis que dans la région de la Maevarano supérieure les baiboho occupent la périphérie des plaines de Mangindrano-nord et sud ainsi que la plus grande partie de la vallée de l'Ambalamatroka. Dans le bassin de la Sofia, ce type de sol est pour ainsi dire inexistant, tandis qu'on le rencontre fréquemment dans le nord de la plaine de la Manampatrana.

### TOPOGRAPHIE.

Les baiboho se rencontrent normalement dans les zones d'épandage des rivières débouchant en plaine, vers le centre desquelles ils présentent de faibles pentes. Le caractère pédologiquement juvénile de ce type de sol exige, d'ailleurs, un renouvellement rapide des alluvions, venant se recouvrir les unes les autres, tandis que la faible pente sera nécessaire pour limiter les phénomènes de battement de la nappe phréatique sur place, qui provoquent une évolution pédologique extrêmement rapide.

Si la plaine est relativement étroite, la pente générale sera parallèle au cours du fleuve et les baiboho s'accumuleront de chaque côté et à proximité du thalweg ; si au contraire on a affaire à une vaste dépression, comme c'est le cas pour la plaine de Mangindrano nord, un grand nombre de rivières déboucheront dans cette dépression, amenant chacune leurs alluvions, qu'elles déposeront surtout en bordure, sous forme de cônes de déjection à pentes très douces.

Il peut arriver également que les baiboho trouvent leur origine dans les déplacements des méandres de la rivière principale errant dans une plaine à pente insensible, dans laquelle elle dépose ses alluvions : c'est le cas en particulier pour les baiboho occupant le centre de la plaine de Bealanana.

#### VÉGÉTATION.

La couverture végétale typique des baiboho de l'Ankaizinana est une prairie de Graminées rampantes extrêmement dense et couvrante, à base de *Panicum comorense* (Hosihosy), mêlée de quelques Légumineuses. On trouvera parfois *Cyperus latifolius* (Vendrana) dans les zones argileuses humides et *Phragmites communis* (Bararata) dans les zones sableuses en bordure des rivières, mais ces deux dernières espèces végétales restent localisées à des stations privilégiées.

#### MORPHOLOGIE.

Les différences de couleur, de composition et de structure qu'on remarque dans un même profil, et d'un profil à l'autre, ne sont pas la conséquence d'une évolution pédologique, mais proviennent de la nature des matériaux déposés et des conditions locales de dépôt. L'on ne peut donc faire de distinction valable qu'entre l'horizon humifère de surface et les couches alluviales diverses que l'on rencontre en profondeur.

1. — *La couche humifère de surface* a souvent une dizaine de centimètres d'épaisseur, mais parfois beaucoup plus : elle est tantôt constituée par une couche d'alluvions actuelles sans structure définie ou légèrement schisteuse, tantôt par une couche grumeleuse ou poudreuse avec lacs de racines ; sa couleur est souvent assez claire, généralement brune ou brun-rouge, rarement d'un noir franc.

Dans cette couche de surface, les micas sont peu visibles et le sable grossier ne constitue que très rarement une proportion importante des particules minérales.

2. — *Une succession de couches alluviales* : il est fréquent que la couche située immédiatement en dessous de l'horizon humifère soit très sableuse, tandis que la couche suivante est argileuse, mais on ne peut donner aucune règle générale, la nature des couches successives étant avant tout fonction des caprices de l'alluvionnement local. Les micas blancs et noirs, presque toujours présents, se rencontrent parfois en telle abondance, dans certaines couches de sables très fins, qu'ils leur confèrent une couleur argentée.

En principe, il n'y a pas de migration de fer importante ; cependant, nous avons classé dans les baiboho certains sols profonds et de bonne structure d'ensemble, présentant en profondeur un horizon non plastique et non fluant, mais ayant une certaine tendance à la décoloration avec formation de taches rouille non durcies : ces derniers sols constituent un terme de passage entre les baiboho et les sols gris à taches rouille.

## CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES.

1. — *Propriétés physiques.*

*Granulométrie.* — Dans l'horizon humifère de surface, le taux d'argile est généralement compris entre 20 et 30 %, le limon est normalement plus abondant que l'argile, le sable fin est souvent assez abondant également, tandis que le sable grossier forme presque toujours moins de 10 % de la fraction minérale.

En profondeur, la composition granulométrique est, comme nous l'avons vu, très variable, et dépend seulement des conditions locales de l'alluvionnement.

*Humidité.* — L'eau retenue dans le sol séché à l'air est plus abondante en surface qu'en profondeur : 6 % en moyenne au lieu de 4 %.

L'humidité équivalente est élevée en surface (41 %), moyenne à faible en profondeur (moyenne 30 %) selon la quantité d'argile de la couche alluviale considérée.

*Indice de dispersion et indice d'agrégation.* — L'indice de dispersion est fort en surface (moyenne 45 %), un peu plus faible en profondeur (moyenne 38 %). La surface d'alluvions récentes est surtout constituée de particules d'argile et de limon dispersées dans l'eau de ruissellement ; ces particules sont précisément les plus mobiles et les plus facilement enlevées aux sols des collines soumises à l'érosion.

L'indice d'agrégation est moyen en surface (grâce aux agrégats organiques) et faible en profondeur (47 %).

La structure physique est donc moyenne ou mauvaise. Ce sont des terres un peu lourdes et difficiles à travailler.

*Réaction.* — Les sols de baiboho sont acides : leur pH est voisin de 5,8 et ne varie pas systématiquement au long du profil.

2. — *Propriétés chimiques.*

*Matières organiques.* — Dans les horizons de surface, même de couleur peu foncée, ces sols sont assez bien pourvus ; si l'on met à part le profil n° 1 exceptionnellement pauvre, on trouve entre 3 % et 10 % de matière organique, la moyenne étant de 6 %.

Le taux de matière organique descend bien entendu le long du profil, mais se maintient souvent à un peu plus de 1 % sur une assez grande profondeur. En surface, on trouve en moyenne 1 ‰ d'humus soluble à l'oxalate et en profondeur un peu moins de 0,3 ‰ : le taux d'humification a donc une légère tendance à augmenter avec la profondeur, mais reste toujours faible, la matière noire solubilisée représentant presque toujours moins de 3 % de la matière organique. Il est intéressant de noter que dans ce type d'alluvion la quantité d'humus extraite par la soude est toujours beaucoup plus importante que celle extraite à l'oxalate.

*Azote.* — En surface on trouve en moyenne 2,8 ‰ d'azote et en pro-

fondeur 0,7 ‰ ; le rapport C/N est assez variable et en général un peu supérieur à 10.

*Complexe absorbant.* — Sauf dans le profil n° 1, le calcium échangeable se rencontre en proportion supérieure à 1 ‰ en surface ; il peut même s'élever nettement au-dessus de 2 ‰, particulièrement dans les baiboho de la plaine de Mangindrano-nord. En profondeur, la chaux est moins abondante, mais se maintient cependant en général à plus de 1 ‰.

La magnésie est abondante : en moyenne plus de 0,5 ‰ en surface et environ 0,3 ‰ en profondeur. Le rapport  $\frac{\text{CaO}}{\text{MgO}}$  est bas et voisin en général de 3,5.

La potasse ne se rencontre qu'en quantité médiocre : en moyenne, 0,08 ‰ en surface, et se maintient à peu près au même taux en profondeur.

C'est presque toujours en surface que la capacité d'échange est la plus élevée ; elle y est, en moyenne, de 26 milliéquivalents pour 100 gr., mais avec d'assez fortes variations d'un profil à l'autre. En profondeur, la capacité d'échange est, en moyenne, un peu supérieure à 15 milliéquivalents pour 100 gr.

Le coefficient de saturation est, en surface, compris entre 30 % et 50 %, il est plus variable en profondeur, mais ne s'abaisse que très exceptionnellement au-dessous de 20 % : on a donc des sols encore médiocrement saturés en bases, mais cependant nettement supérieurs à ce point de vue aux autres sols de plaines.

*Acide phosphorique.* — Le phosphore assimilable est en général assez déficient, puisqu'on n'en rencontre en moyenne que 0,08 ‰ dans l'horizon humifère et beaucoup moins encore en dessous de cet horizon, mais il existe des baiboho très pauvres et d'autres relativement bien pourvus en  $\text{P}_2\text{O}_5$  soluble à l'acide citrique.

*Analyse totale.* — La seule analyse totale effectuée sur un sol de ce type se rapporte à un échantillon de profondeur. On a affaire à un sol légèrement latéritique.

### 3. — COLLUVIONS

#### LOCALISATION.

Sous la rubrique de colluvions nous avons groupé des sols formés à partir de matériaux arrachés aux pentes, soit par érosion en nappe, soit par érosion en lavaka. Ces matériaux n'ont subi qu'un faible transport par un grand nombre de ruisselets, mais n'ont pas encore été intégrés aux alluvions des grosses rivières. On les rencontrera toujours en bas de pentes et au débouché des lavaka, dans l'ensemble de la région. Citons particulièrement les bords des plaines de la moyenne Maevarano, de la Bealananakely, etc. ; au débouché des lavaka d'Ansatrana dans la partie sud-ouest de la plaine de Mangindrano nord ; dans la plaine de la Haute-Manampatrana.

## TOPOGRAPHIE.

Les colluvions situés au bas des collines présentent généralement une pente assez douce et une disposition souvent en éventail.

## VÉGÉTATION.

Elle est essentiellement formée de Graminées où domine *Hypparhenia rufa* dans les endroits secs ; dans les endroits plus frais *Panicum comorense*. Parmi les arbres et arbustes signalons *Solanum auriculatum* et *Harongana madagascariensis*. Très souvent les colluvions sont cultivés en rizières. A la station de Betainkankana, ils supportent quelques belles plantations de Caféiers.

## MORPHOLOGIE.

Le profil de ces sols est assez simple : un horizon humifère plus ou moins épais au dessus d'un horizon beige à rougeâtre homogène et généralement assez épais ou d'une succession de lits de granulométrie variable due aux alluvionnements successifs.

## CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES.

1. — *Propriétés physiques.*

*Granulométrie.* — Tous les intermédiaires existent entre le colluvium sableux où les sables fins et grossiers prédominent nettement et le colluvium argilo-limoneux, où la fraction fine est la plus abondante. L'humidité équivalente varie avec la teneur en matière organique et l'argile. Elle est de 18 % pour les colluvions sableuses et 40 à 50 % pour les colluvions argileuses.

*Indice de dispersion et d'agréation.* — Ils sont aussi très variables suivant les proportions de sable, d'argile et de matières organiques.

*Réaction.* — Le pH est toujours acide et compris entre 5,0 et 5,5.

2. — *Propriétés chimiques.*

La matière organique est souvent forte dans l'horizon de surface (pour le profil 51 on dépasse 10 %). A Betainkankana, par contre, 2,5 % seulement.

L'azote total est presque toujours abondant, le rapport C/N élevé.

L'humus extrait à l'oxalate est très élevé dans deux des trois profils examinés.

Les bases échangeables, comme pour les sols latéritiques qui leur ont donné naissance, sont assez faibles en ce qui concerne la chaux. Dans deux horizons de surface, la potasse dépasse 0,1 ‰ ; pour tous les autres échantillons, les teneurs sont faibles.

La capacité d'échange est assez variable, mais ne dépasse pas 30 milliéquivalents pour 100 gr. (mis à part l'échantillon 51-3 qui est un sol de tourbe profondément enterré) ; le coefficient de saturation est en général assez faible.

L'acide phosphorique soluble à l'acide citrique, faible en profondeur, peut être abondant en surface.

#### F. — Note sur le plateau de Bemanevika-Marangaka

Le plateau de Bemanevika (Fig. 2, 3 et 4), ainsi dénommé d'après le seul village de la région, est situé au nord-ouest de Bealanana. Il constitue un ensemble d'environ 300 km<sup>2</sup> situé dans l'angle droit de la rivière Sandrakoto.

L'altitude de ce plateau est dans l'ensemble comprise entre 1.600 m. et 1.850 m. Il est limité au nord et à l'ouest par la vallée de la Sandrakoto ; vers l'est il s'appuie à des montagnes boisées (Ambondro, contreforts sud du Tsaratanana). Vers le sud-est il est limité par la plaine de Bealanana et vers le sud par la vallée de la Sandrakotokely.

C'est dans l'ensemble une région relativement plane (Pl. XIII, A), surtout au centre et à l'est. Il s'agit plutôt d'une succession de zones plus ou moins horizontales séparées par des lignes de crêtes (chaînes de puys) ou parsemées de volcans isolés.

Le plateau est parcouru par un certain nombre de rivières descendant vers la Sandrakoto (Manirenja, Sandrakotokely), vers la Maevarano (Ambatomainty) ou vers la Bealanana (Beandrarezina). Seule la Beandrarezina a une vallée assez profonde.

Toute la partie centrale est d'origine volcanique. Les matériaux éruptifs ont recouvert le socle gneissique, qui apparaît sur le pourtour et de temps à autre au centre. Le volcanisme est géologiquement très récent : les appareils sont encore très frais (cônes de cendres, puys, cratères-lacs, etc.), surtout aux environs de Bemanevika. Entre les appareils volcaniques s'étalent de vastes coulées basaltiques à peu près horizontales. Les coulées ont emprunté les vallées de différentes rivières, en particulier celles de la Manirenja, de la Sandrakotokely et de l'Amberivery. Des orgues basaltiques sont bien visibles en différents endroits (Pl. XI, B et C). Des culots et cendres trachytiques ainsi que des phonolites apparaissent en particulier aux environs de Manirenja.

Il n'est pas possible d'avoir de données précises sur le climat du plateau. Etant donné son altitude, il est certainement beaucoup plus frais que celui de Bealanana : en saison fraîche on a pu constater des gelées ; les précipitations sont abondantes en saison chaude et les crachins et brouillards en saison fraîche.

La forêt occupe encore de très larges espaces ; certaines clairières voient une prolifération de Bambous-Lianes. La prairie est à base de Manevika (*Imperata arundinacea*) et de Pepeka (*Aristida* sp.). Vers l'est existent de vastes peuplements d'Anjavidy (*Philippia floribunda*).

La population du plateau est pratiquement réduite au seul village de Bemanevika dont les habitants sont essentiellement des bergers qui doivent faire venir leur nourriture des villages de la périphérie.

Les essais de culture du Riz n'ont pas réussi à Bemanevika et le Café d'Arabie paraît en dehors de sa zone climatique ; sa culture semble vouée à l'échec.

### LES SOLS

On peut distinguer en gros cinq types de sol :

1. — *Les cuirasses* occupent la partie orientale du plateau dans la région de Marangaka : elles ont été décrites plus haut et appartiennent à la catégorie des cuirasses de plateau.

Entre Manirenja et Bemanevika, et surtout aux environs de ce dernier village, existent des zones cuirassées d'étendue assez restreinte, mais qui méritent cependant d'être signalées. Elles prennent naissance dans les bas-fonds : ce sont surtout des masses noirâtres sans structure pisolitique et résultant de la cimentation de blocs divers préexistants, généralement des morceaux de basalte. Souvent, à la base de cette cuirasse, sourd un peu d'eau. Ces cuirasses paraissent résulter de la cimentation de fragments de roches par évaporation de solutions riches en fer.

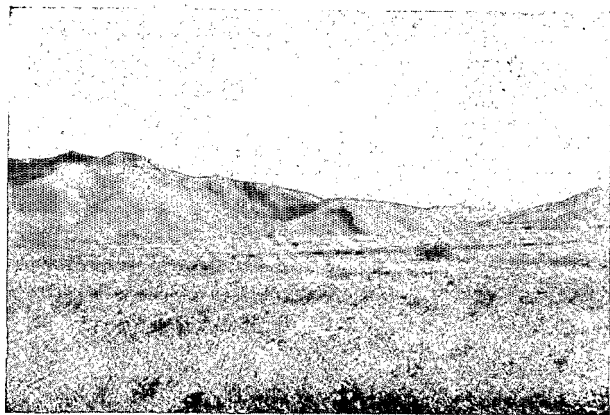
De plus, à proximité de Bemanevika où de semblables zones cuirassées existent, nous avons pu noter un profil présentant vers 40 cm. de profondeur une zone durcie que l'on peut assimiler à une zone de cuirassement : il s'agit d'un banc assez difficile à attaquer à la bêche ; le basalte frais se trouve à 80 cm. (profil 37). Le sol présente une forte teneur en matière organique et en azote en surface ; la capacité d'échange est forte, même en profondeur, mais les bases échangeables sont très faibles : le complexe absorbant est donc extrêmement mal saturé. A l'analyse totale, le rapport Silice/Alumine ne présente pas de valeur anormale dans la zone durcie par rapport aux autres échantillons du profil : seule la teneur en alumine paraît un peu plus faible.

2. — *Les sols bruns* recouvrent la quasi-totalité des zones volcaniques. Ils portent la forêt, la savoka ou la prairie. Plusieurs échantillons ont été prélevés et analysés (38, 64, 65, 66, 67). Ce sont des sols présentant une structure grumeleuse à granuleuse. Les teneurs en matières organiques et azote sont fortes sous prairie et savoka, très fortes sous forêt : dans le premier cas le rapport C/N est voisin de 10, dans le second il va de 11 à 14. L'humidité équivalente est très élevée pour les horizons humifères, forte pour les horizons profonds. Les teneurs en bases échangeables sont très élevées dans les horizons humifères sous forêt et faibles partout ailleurs : une remarque analogue a pu être faite par l'un de nous (P.S.) pour les sols de la Montagne d'Ambre. Le rapport Silice/Alumine est généralement inférieur à 1 : on a donc affaire à des latérites argileuses.

Il n'a pas été fait de distinction entre les sols pierreux ou non : les premiers sont assez abondants, surtout au voisinage des appareils volcaniques, les seconds sont surtout formés à partir de coulées de basalte. Signalons



A. — Plaine volcanique au nord-ouest d'Amberivory. Au fond : massif granitique.



B. — Région de Marangaka.  
Mare permanente sur la cuirasse.

C. — Rebord nord du plateau de Bemanevika. La tache claire au centre correspond aux cendres trachytiques.



une très belle zone de ce dernier genre à l'ouest-nord-ouest d'Amberivory ; il s'agit d'une vaste plaine où pointent deux volcans bien conservés ; la végétation y est représentée par un tapis herbacé où abonde le Manevika (*Imperata arundinacea*).

Ces sols portent la prairie ou la forêt et permettent, paraît-il, de bonnes récoltes de Pommes de terre : personnellement nous n'en avons vu aucune. L'altitude et le froid font que ces sols ne sont pas aptes à porter le Caféier d'Arabie ou le Quinquina. Un défaut sérieux leur vient du risque que l'on a de trouver en surface ou à faible profondeur une cuirasse ou une zone durcie.

3. — *Les sols latéritiques sur gneiss et granite* existent sur le pourtour sud et ouest. Fréquemment on y rencontre des blocs d'alumine. Ils sont parfois forestés ; lorsqu'ils sont occupés par la prairie, ils sont très érodés.

4. — *Les sols squelettiques* occupent les flancs du fossé profond où coule la Sandrakoto. On trouve là des pentes extrêmement raides recouvertes d'éboulis où l'on rencontre des blocs de toutes sortes de roches : gneiss, granite, basalte, trachyte, phonolite, etc... Entre les blocs poussent quelques Graminées que le bétail pâture au prix de très gros efforts : les feux de brousse sont ici de règle.

5. — *Les alluvions cultivées en rizières et en Bananiers* (Ambodimadiro, Sandrakoto, etc.) se trouvent en différents endroits où la vallée de la Sandrakoto s'élargit. Le climat au fond de cette vallée encaissée, et située à quelques centaines de mètres d'altitude seulement, est franchement tropical.

## V. — POSSIBILITÉS DE MISE EN VALEUR

### A. — UTILISATION ACTUELLE DES SOLS

Les forêts, l'agriculture et l'élevage se partagent l'activité des populations de l'Ankaizinana.

a) *La forêt.* — Ainsi qu'on peut le voir sur la figure 4, elle occupe environ le tiers de la superficie totale de la région étudiée. Elle est actuellement reléguée dans les zones d'altitude et de forte pente. Cette forêt est exploitée par la population locale pour ses besoins, ainsi que pour ceux de l'administration. De plus, et surtout, elle recule par feux de lisière ; ceci est particulièrement net sur le plateau de Bemanevika.

b) *L'agriculture.* — C'est à la riziculture que la population locale apporte le plus de soin. Le Riz est cultivé sur la plupart des types de sols si leur situation topographique permet l'irrigation : les sols de marais sont très peu utilisés pour cette culture et, dès que le drainage permet l'installation de rizières, la transformation en « Betrontany » est très rapide (Bepaka, Andasini-marô) ; les baiboho sont les principaux sols à Riz, particulièrement dans la plaine de Bealanana (Bealanana et Beandrazina), mais les sols gris à taches

rouille, les alluvions jaunes et les colluvions en portent également. Les sols pierreux du type Betainkankana sont cultivés en Riz, après épierrage sur la coulée volcanique qui occupe la vallée de l'Amberivery. Enfin les pentes latéritiques et squelettiques sont parfois cultivées, lorsque les zones planes sont rares : on voit, en aval d'Ambodivohitra, dans la vallée de la Maevarano, des cultures de Riz sur un terrain à forte pente et très rocailleux (Pl. X, C).

L'eau d'irrigation est obtenue de deux manières. En saison des pluies les rivières débordent et permettent d'inonder les rizières : la plus grosse récolte est ainsi obtenue. En saison sèche, l'eau qui ruisselle des pentes est captée par une quantité de canaux très ingénieux et amenée sur les rizières situées sur les colluvions.

La culture du Café d'Arabie est d'introduction assez récente. On trouve quelques centaines de pieds autour de chaque village. Il s'agit essentiellement d'une culture familiale et le meilleur emplacement est encore celui du village lui-même, les pieds de Caféiers y étant constamment fumés par les détritiques domestiques et les fientes de volailles : la nature du sol lui-même est dans ce cas sans grande importance. L'espace autour du village étant évidemment très restreint, les plantations ont parfois été étendues aux environs : les sols choisis sont des colluvions, des alluvions et des betrontany ; elles doivent être protégées des crues d'été par des levées de terre. Ces cultures ont des rendements divers, car les façons culturales telles que tailles et fumures ne sont guère pratiquées. En beaucoup d'endroits les Caféiers souffrent plusieurs mois par an de la sécheresse. De plus la plupart des arbres sont attaqués par un Champignon, l'*Hemileia vastatrix*. En moyenne on peut compter sur un rendement de 150 gr. à 200 gr. de Café par arbre. Aucune culture autochtone de Caféiers de quelque étendue n'existe sur sols de marais récupérés ; à la station agricole de Betainkankana une parcelle de ce genre est plantée en Caféiers et les arbres y sont de bonne venue lorsque le sol est profond et protégé contre l'évaporation par une plante de couverture, en l'espèce la Patate douce.

Dans des enclos identiques à ceux établis pour les Caféiers, sur des sols de baiboho, des colluvions, parfois sur des alluvions jaunes, poussent des Bananiers, de la Canne à sucre et du Manioc servant uniquement à la nourriture des populations.

Il existe également des cultures de Pommes de terre, de Haricots et de Lentilles, mais elles sont de peu d'importance.

c) *L'élevage*. — Comme dans presque toutes les régions de Madagascar, l'élevage du Bœuf est le premier souci de la population locale ; comme nous l'avons vu, on trouve dans l'Ankaizina 140.000 têtes de bétail recensées, pour une population un peu inférieure à 40.000 âmes. Le fait essentiel pour cette région est de posséder des pâturages de saison sèche étendus : toutes les zones basses abandonnées par les eaux sont occupées par une végétation herbacée basse mais très dense à base de Fandrotorana (*Cynodon dactylon*)

et Hosihosy (*Panicum comorense*) qui fournit au bétail une nourriture abondante. En saison des pluies, le bétail trouve sa nourriture sur les collines latéritiques.

En dehors des Bœufs, les volailles, Poulets et surtout Canards et Oies, sont très nombreuses.

#### B. — POSSIBILITÉS D'UTILISATION DES SOLS

Les possibilités d'utilisation des sols de l'Ankaizinana sont fonction d'un certain nombre de facteurs ayant trait d'abord aux conditions générales de la région, ensuite aux sols eux-mêmes.

##### 1. — CONDITIONS GÉNÉRALES.

a) *Le climat.* — L'Ankaizinana paraît être une des régions de l'île où l'Européen peut vivre toute l'année sans grand dommage pour sa santé : la saison chaude est tempérée par l'altitude et la pluviosité, la saison sèche est relativement fraîche.

b) *Le réseau hydrographique.* — Le principal obstacle est l'existence de seuils ou d'étranglements qui gênent l'écoulement des eaux. D'autre part, ainsi que nous l'avons signalé plus haut, le lit de certaines rivières paraît trop étroit et insuffisant, en tout cas, pour évacuer sans débordement les eaux arrivant en saison des pluies.

L'aménagement hydraulique de la région, étudié par F. CIOLINA en 1946 (1), est commencé. Le déroctage du seuil volcanique de Betainkankana (Pl. X, D) est terminé ; la coulée basaltique barrant le cours de la Bealanana à Ambatoria est en voie de percement et déjà des signes très nets d'assèchement se manifestent : en de nombreux endroits les Cypéracées sont en régression et la surface occupée par les rizières a considérablement augmenté.

c) *Les conditions économiques.* — La main-d'œuvre ne paraît pas très abondante et est peu encline à changer ses conditions de vie en développant ses cultures ou en en créant de nouvelles.

Les relations avec l'extérieur sont encore très précaires. Jusqu'à ces derniers temps, les liaisons ne pouvaient se faire que par filanzana. Actuellement une route longue de 125 km. relie Bealanana à Antsohihy, mais elle est totalement inutilisable de novembre à mai et, sur un tiers de son parcours, c'est une vraie route de montagne passant de la cote 50 à la cote 1650. C'est ce qui explique que le parcours soit si long (7 à 8 h.) et si onéreux pour les transporteurs.

En dehors de cette unique route, il n'existe dans le district aucune piste charretière : les communications s'effectuent à pied et tout transport de marchandises à dos d'homme.

La création d'un exutoire stable vers la côte paraît donc être une condition nécessaire à la mise en valeur du pays. Il est vrai que le trafic avec l'extérieur est actuellement très restreint, mais il est bien certain qu'aucun

développement du pays ne sera possible tant que l'état de choses actuel se maintiendra.

On a également envisagé la création d'une route reliant Bealanana à Ambanja. La région du Sambirano pourrait, grâce à sa population européenne, absorber les produits vivriers de l'Ankaizinana : un obstacle très sérieux, mais non insurmontable cependant, serait offert par la vallée de la Sandrakoto, très profonde, et aux flancs escarpés.

## 2. — LES SOLS.

Les caractères principaux qui conditionnent l'utilisation des sols dans l'Ankaizinana paraissent être l'eau, la matière organique et les éléments fertilisants.

a) *L'eau*. — Il est important de distinguer les eaux amenées par les pluies de celles amenées par les rivières. La répartition des pluies est assez différente suivant qu'il s'agit de l'ouest ou du sud-est de l'Ankaizinana ; dans cette dernière région la saison sèche est peu marquée, les crachins y étant presque continuels : ceci paraît assez important pour la culture du Café d'Arabie. L'eau amenée par les rivières et ruisseaux permet l'irrigation des rizières et est abondante partout.

L'eau du sol à proprement parler est liée surtout à la matière organique ; dans de bonnes conditions, le manque d'eau ne doit pas se faire sentir dans les sols de marais.

b) *La matière organique*. — La matière organique est abondante dans tous les types de sols de plaines rencontrés ; c'est en partie à cela qu'est due la très belle végétation naturelle recouvrant certains sols dont les horizons profonds ont une mauvaise structure, trop sableuse ou trop plastique, peu propre à un bon développement racinaire des plantes. On devra donc maintenir avec le plus grand soin le stock d'humus de ces sols et ne pas oublier les engrais verts dans la rotation choisie.

Signalons un système de protection des sols de marais qui est utilisé spontanément, celui des « betrontany » ; ces sols sont d'anciens sols de marais recouverts d'une couche de « baiboho » par les eaux d'irrigation des rizières ou par l'alluvionnement naturel, ce qui permet une conservation parfaite, à l'abri de la dessiccation et de l'oxydation, de la couche organique enterrée ; cependant il faut éviter que la couche alluvionnaire de surface soit trop épaisse.

Parmi les sols zonaux (latéritiques), les sols forestiers, surtout sur roches volcaniques, sont riches en matières organiques. Sur le plateau de Bemaneviká, l'horizon humifère sous forêt est particulièrement riche en éléments fertilisants, mais dès que la forêt disparaît, cet horizon est enlevé.

c) *Les éléments fertilisants*. — L'ensemble de la région étant latéritique, il s'en suit une faible teneur relative en éléments fertilisants. La teneur en chaux est généralement de l'ordre de 1 ‰ ; elle est parfois nettement

plus élevée dans le cas de sols bruns sur basaltes forestiers ou pour certains baiboho (plaine de Mangindrano-nord), parfois nettement plus faible dans le cas de sols latéritiques sur gneiss déforestés, ou de sols recouvrant des cuirasses. Un caractère particulier de tous les sols de plaine est leur assez forte teneur en magnésie, le rapport  $\frac{\text{CaO}}{\text{MgO}}$  y étant toujours de très loin inférieur à 10. Les assez fortes teneurs en magnésie de ces sols ne s'accompagnent pas de bonnes teneurs en potasse ; cet élément est en général nettement déficient et il est rare de rencontrer des sols contenant plus de 0,1 ‰ de potasse échangeable en surface et plus de 0,05 ‰ en profondeur.

L'acide phosphorique assimilable est généralement faible et ne dépasse guère 0,1 ‰ ; cependant, les sols de marais, les betrontany et certaines colluvions sont nettement mieux pourvus à ce point de vue que les autres types de sols.

L'acide phosphorique total est variable suivant la roche-mère : on en trouve 0,1 % à 0,2 % pour les sols dérivant de gneiss (assez élevé), 0,5 % à 1 % pour les sols dérivant de basaltes (très élevé).

L'azote est en corrélation avec la matière organique : il est donc abondant au moins en surface dans tous les sols de plaine et sur les sols bruns volcaniques forestés. Le rapport C/N est rarement très différent de 10 ; il aura tendance à être un peu plus faible que cette valeur dans les sols de plaine, particulièrement en profondeur (sauf pour les betrontany).

### 3. — LES PRINCIPALES CULTURES.

De nombreuses cultures, tant vivrières que pour l'exportation, semblent possibles dans l'Ankaizinana. Certaines sont actuellement étudiées à la station agricole de Betainkankana. Nous en passerons en revue un certain nombre en indiquant quelles sont leurs exigences au point de vue climat et sol.

La production actuelle de Riz paraît suffisante pour nourrir la population. Tous les types de sols lui conviennent s'ils sont plats et pas trop sableux. La surface emblavée pourra être augmentée à mesure que le drainage des plaines s'effectuera ; lorsqu'il y aura un excédent, le Riz devra être exporté, mais, à l'heure actuelle, le prix de transport élevé rendrait impossible toute exportation.

Le Caféier d'Arabie, comme nous l'avons vu, fournit pour l'exportation 300 à 500 tonnes environ. Les conditions de culture de cet arbre ont été étudiées par E. FRANÇOIS (16 et 17) qui a visité en 1931 les plantations de l'Est-Africain. Pour cet auteur, les meilleures conditions sont, du point de vue climatique, une altitude de plus de 1.000 m. et un climat tempéré, bien ventilé, assez humide, avec des pluies bien réparties, car la végétation est ininterrompue. Dans l'Est-Africain, le Caféier est planté sur des sols latéritiques dérivés de roches volcaniques dénommés « red chocolate soils » qu'on peut considérer comme analogues aux sols brun-rouge du « type

Ambalabe » décrits plus haut. E. FRANÇOIS déconseille les « Black cotton Soils » où le système racinaire a du mal à se développer.

R. PORTÈRES (18), dans son étude sur le Caféier d'Arabie au Cameroun, signale que la zone de culture est comprise entre les altitudes 1.000 m. et 1.600 m. et les isohyètes 2.000 mm. et 2.600 mm., la température variant entre 14° et 27°5. Les sols cultivés sont de trois sortes : sols rouges latéritiques, sols brun-rouge et bruns, sols noirs. Sur les premiers les plantations doivent être abandonnées ; les meilleurs sols sont noirs et dérivent de cendres volcaniques et pouzzolanes.

MOHR (19) indique que, dans la partie orientale de Java, les meilleurs sols, dérivés de matériaux volcaniques, sont bruns avec un horizon supérieur noir (altitude 900 à 1.300 m.).

Il semble donc que les sols qui conviennent le mieux au Café d'Arabie soient perméables sans excès, profonds, et qu'ils présentent une certaine richesse en éléments fertilisants et surtout en matière organique. Les sols volcaniques assez jeunes paraissent bien convenir. Dans l'ensemble les conditions de bonne culture de *C. Arabica* sont très voisines de celle du Quinquina.

Parmi les sols volcaniques de l'Ankaizinana, ceux situés en bordure des plaines déforestées depuis longtemps ont perdu leur horizon organique et ont un pédo-climat trop sec ; beaucoup d'entre eux sont érodés à tel point que toute culture y est impossible. Ceux du plateau de Bemanevika sont à trop haute altitude (1.500 m. à 1.800 m.) : il est à craindre que les gelées qu'on y signale comme assez fréquentes fassent le plus grand tort à des plantations de Café.

Parmi les sols de plaine, il semble que les meilleurs soient situés au sud-est où le manque d'eau ne se fera pas sentir. Il serait intéressant de voir le comportement des Caféiers sur marais drainés ; convenablement traités, on pourrait y maintenir une réserve d'eau suffisante ; les parcelles de la station de Betainkankana donnent de bons résultats quand la couche organique est épaisse et des essais de ce genre mériteraient d'être poursuivis.

Un grand nombre d'autres cultures paraissent devoir réussir dans l'Ankaizinana si l'on en juge par les résultats obtenus par la station de Betainkankana. L'Arachide, le Lin et l'Aleurite donnent de bons rendements ; naturellement, les graines devraient être traitées sur place pour réduire les frais de transport. Des essais de culture de Tabac ont été effectués aux environs de Bealanana avant 1940 : la récolte promettait d'être belle, mais le manque de voie d'évacuation a fait abandonner cette culture.

La culture d'arbres fruitiers (Pêchers en particulier), de Pommes de terre, de Légumes divers est possible et trouverait dans le Sambirano des débouchés. Enfin, la culture des plantes fourragères permettrait de donner au bétail un sérieux appoint de nourriture.

## C. — VOCATION CULTURALE DES PRINCIPAUX TYPES DE SOLS

## 1. — LES SOLS LATÉRITIQUES.

Vu l'existence des autres sols, les sols jaunes et rouges sur gneiss ou granite, de par leur situation topographique (pentes), leur compacité, leur faiblesse en éléments fertilisants, ne peuvent être normalement considérés comme des sols de culture. Leur utilisation la plus rationnelle est le reboisement pour atténuer l'érosion et aider à la régularisation des cours d'eau.

Les sols bruns et brun-rouge auraient pu fournir de bons sols de culture. En effet, lorsqu'ils sont boisés (Bemanevika), ils présentent un horizon humifère épais, riche en éléments fertilisants ; mais presque partout le déboisement l'a fait disparaître complètement. A l'heure actuelle la plus grande partie de la superficie de ces sols est profondément érodée. Mises à part leurs rares zones très plates, cultivables en Arachide et Lin, ils sont également à reboiser.

Les sols pierreux forment de bons sols de culture. Leur étendue est relativement faible ; de plus l'épierrement est une opération nécessaire, dont il est difficile de dire qu'elle est toujours rentable.

## 2. — LES SOLS HYDROMORPHES.

Les sols de marais occupent une partie importante de la superficie des plaines. Seuls d'importants travaux de drainage permettront de les mettre à la disposition des cultivateurs éventuels. Intrinséquement, ce sont des sols assez riches : la matière organique y est abondante ; les éléments assimilables, particulièrement le phosphore, y sont moins déficients que dans les autres types de sols. Cependant leur mise en valeur et leur conservation se heurtent à d'assez sérieuses difficultés ; ces sols, très riches en éléments fins, ont une très mauvaise structure en profondeur, l'argile y étant à l'état dispersé et plastique, aussi le maintien d'une couche humifère épaisse sera nécessaire. Dans l'horizon épais de surface, les éléments fins sont aussi abondants qu'en profondeur et la structure n'est convenable que grâce à la forte teneur en humus ; on devra donc le protéger de la destruction. Un dessèchement trop brutal aurait certainement un très mauvais effet, car si ces sols ont une forte capacité pour l'eau, leur point de flétrissement est également très élevé et les plantes pourraient y craindre la sécheresse ; de plus ce dessèchement, trop brutal ou trop complet, conduirait à la pectisation de l'humus et à un tassement rapide du sol qui deviendrait compact et risquerait de durcir comme de la brique en saison sèche. On voit donc que les précautions essentielles doivent viser à la conservation de la matière organique et à la protection contre une dessiccation intense ; on devra éviter le défrichement par le feu et un drainage trop poussé.

Compte tenu de ces réserves, les sols de marais ont une vocation agricole. Le Riz doit y donner de bonnes récoltes ; cependant un choix de variétés sera nécessaire et les premières années l'échaudage sera à craindre. L'avenir



dira si ces sols sont aptes à porter de bonnes récoltes de Café d'Arabie ; les conditions essentielles à cette culture sont l'existence et le maintien d'une épaisseur de matière organique suffisante, ainsi qu'une très bonne protection du sol par une plante de couverture ; si les racines atteignent trop vite la couche d'argile, les plantes en souffriront.

Nous avons vu plus haut que les sols de marais évoluent très souvent d'eux-mêmes vers les betrontany, par recouvrement d'une couche limoneuse ; ce recouvrement protège efficacement la matière organique enterrée. Si le recouvrement n'est pas trop épais, les betrontany compteront parmi les meilleurs sols de la région et pourront porter Riz, Café, Aleurites, etc...

Les sols gris à taches rouille portent à l'heure actuelle un certain nombre de rizières (Ambodivohitra, Anjanaborana, Antanimbaribe, Marotolana, etc.). Leur valeur tient seulement à leur couche humifère de surface, car en profondeur leur structure est très défectueuse et leurs teneurs en éléments fertilisants sont très faibles. Ils paraissent donc être des sols de valeur moyenne, à vocation rizicole ou pastorale : il est peu probable que le Café puisse y réussir.

### 3. — LES SOLS AZONAUX.

Les baiboho (alluvions récentes) sont extrêmement variés : ils peuvent provenir d'apports volcaniques ou gneissiques et être argileux, limoneux ou sableux ; ils peuvent présenter un horizon humifère plus ou moins développé. Leur valeur est assez variable d'une région à une autre comme dans la même région ; ils porteront les cultures les plus diverses : Riz, Café (alluvions très humifères), Tabac, arbres fruitiers, Pommes de terre, légumes, etc... Leur vocation est généralement agricole, parfois pastorale.

Les alluvions jaunes sont situées légèrement au-dessus du niveau des plaines ; elles ont un pédo-climat plus sec que les autres types de sols rencontrés dans les cuvettes, leur teneur en éléments fertilisants est souvent très faible et, de plus, elles sont parfois assez compactes en profondeur. Lorsqu'on peut y amener de l'eau, elles peuvent porter des rizières, des légumes et des cultures fruitières, mais il est peu probable que le Café puisse y réussir ; on pourrait tenter avec prudence d'y faire quelques essais d'Arachide, mais, dans beaucoup de cas, leur meilleure utilisation sera la plantation d'espèces arbustives destinées à produire du bois d'œuvre ou de chauffage.

Les colluvions occupent au total une superficie non négligeable. Ce sont souvent d'assez bons sols assez humifères et assez riches en éléments fertilisants, au moins en surface ; de plus leur situation topographique au bas des pentes leur permet de garder une certaine humidité en saison sèche. Plusieurs des plus belles plantations de Café que nous ayons rencontrées se trouvaient sur colluvions. La vocation de ces sols sera donc surtout agricole : le Café, l'Aleurite et les arbres fruitiers devraient y réussir dans de nombreux cas.

## D. — RÉPARTITION DES PRINCIPAUX TYPES DE SOLS

Dans les plaines de l'Ankaizinana, les principaux types de sols se répartissent de la façon suivante :

1. — *Plaine de Mangindrano-nord.* — Toute la partie ouest est en sols de marais actuellement submergés ; le centre est occupé par des alluvions sableuses très sèches ; la partie sud est occupée par des alluvions jaunes et en bordure des collines par d'importants colluvions ; la partie nord est en alluvions et en marais ; dans l'est de la plaine on trouve une grande superficie de sols gris à taches rouille et des baiboho.

2. — *Plaine de Mangindrano-sud.* — Dans la vallée de l'Ambalamotraka on trouve des baiboho de qualités diverses, souvent sableux, ayant tendance à évoluer vers les sols gris à taches rouille ; dans la vallée de la Maevarano on trouve des sols gris à taches rouille le long de la Maevarano, des colluvions au pied des collines latéritiques ; entre les colluvions et les sols gris à taches rouille on rencontre des baiboho et des alluvions jaunes.

3. — *Plaine de Bealanana.* — La partie centrale est occupée par des baiboho, déposés par la rivière Bealanana, et le N.-O. par les alluvions de la Beandrarezina ; ces alluvions ont tendance à gagner sur les sols de marais qui sont cependant encore très abondants au nord, nord-est et sud de la plaine.

4. — *Plaine de la Maevarano-sud.* — On trouve dans cette large vallée des baiboho, des sols gris à taches rouille et des sols de marais (zone Beanan-tsindrano-Ambodikakazo).

5. — *Plaine de la Haute-Sofia.* — Presque toute la superficie de cette petite cuvette est occupée par des sols gris à taches rouille et des sols de marais.

6. — *Plaine de la Manampatrana.* — On rencontre dans cette plaine des baiboho surtout au nord, des alluvions jaunes au sud, ainsi que de nombreuses zones de sols de marais (digitation d'Anamboriana) et quelques taches de sols gris à taches rouille.

## CONCLUSION

Nous venons de passer en revue les principaux types de sols représentés dans les plaines de l'Ankaizinana et aux abords de ces plaines.

Ces sols ne sont pas tous de même valeur.

Les sols latéritiques sur gneiss ou granite ne présentent qu'un intérêt restreint et doivent être reboisés lorsque la forêt qui les couvre naturellement est détruite. Il en est presque toujours de même pour les sols latéritiques sur roches volcaniques : seules parmi ces dernières, quelques rares zones plates et non cuirassées peuvent faire l'objet d'une mise en valeur.

Parmi les sols de plaine, les sols de marais, les betrontany, beaucoup de baiboho et un certain nombre de colluvions présentent un intérêt agricole certain, tandis que les sols gris à taches rouille et les alluvions jaunes doivent être considérés comme des sols de valeur très moyenne.

Les plus gros obstacles à la mise en valeur de l'Ankaizinana seront son isolement, loin de tout centre de consommation ou d'achat, le manque total de communications intérieures, la nécessité de rectifier le cours des rivières et de drainer les sols inondés ; à ces obstacles il faut ajouter la difficulté de trouver de la main-d'œuvre.

On doit aussi tenir le plus grand compte de l'hétérogénéité des sols dont la carte que nous publions ne donne qu'une faible idée. Un sol de marais a une valeur plus ou moins grande selon l'épaisseur de sa couche de matières organiques ; il en va de même d'un baiboho ; de plus ce sol de baiboho verra sa qualité varier considérablement et ne pourra porter les mêmes cultures selon qu'il est sableux, limoneux ou argileux.

Les cultures possibles sont assez nombreuses, mais aucune d'entre elles ne peut être menée sur de larges espaces d'un seul tenant.

En définitive, il apparaît que l'Ankaizinana est une région de petite polyculture où l'exploitant sera amené à vivre en grande partie sur lui-même et où des méthodes rationnelles de mise en valeur devront combiner de façon harmonieuse agriculture et élevage, sans négliger pour autant le reboisement des pentes.

## ANNEXES

### A. — Description des profils et lieux de prélèvement des échantillons

#### I. — SOLS ZONAUX

##### A. — CUIRASSES ET SOLS ASSOCIÉS.

###### 1) *Cuirasses caverneuses* :

N° 40-2. — Bloc noir prélevé au col de Bepaka (feuille C) à 1.400 m. d'altitude.

N° 36-2. — Bloc noir prélevé au plateau de Marangaka à 1.600 m. d'altitude, à environ 10 km. d'Antranobozaka.

###### 2) *Cuirasse pisolitique* :

N° 36-1 prélevé à proximité d'Antranobozaka à 1.700 m. d'altitude.

###### 3) *Cuirasses et blocs bauxitiques* :

N° 40-0. — Bloc prélevé à Marangaka à 10 km. environ à l'est d'Antranobozaka.

N° 23-1 a. — Bloc prélevé au nord d'Ambalapaka à 1.650 m. d'altitude.

N° 23-1 b. — Gravillons ferrugineux prélevés à proximité du n° 23-1 a.

N° 40-1. — Bloc provenant du plateau d'Analavory à 1.650 m. d'altitude.

4) Sols jaunes associés aux cuirasses :

Sol n° 3-4. — Environ 1 km. au nord d'Antranobozaka (Plateau de Marangaka). Plateau horizontal. Végétation : *Philippia floribunda*. Profil : sol jaunâtre assez homogène, un peu plus foncé sur les dix premiers centimètres ; très tassé en surface, mais très meuble et granuleux lorsqu'on le travaille. La cuirasse est atteinte vers 1 m. 50 de profondeur.

Prélèvements :

C 34-1 0-10 cm.

C 34-2 0-40 cm.

Sol n° 35. — Environ 3 km. au nord d'Antranobozaka sur le plateau de Marangaka. Mêmes disposition topographique et végétation que le précédent.

Le profil est identique. La cuirasse pisolitique est atteinte vers 60 cm.

Prélèvements :

C 35-1 0-10 cm.

C 35-2 40 cm.

Sol n° 37. — Auprès de Bemanevika sur le plateau du même nom. Le prélèvement a été fait sur une coulée basaltique ayant suivi la vallée d'un affluent de l'Ambatomainty. La végétation est constituée par une prairie à base d'*Imperata arundinacea* (Manevika) et d'*Aristida sp.* (Pepeka).

Profil :

0-20 cm. Noir humifère grumeleux, très nombreuses racines.

20-35 cm. Brun clair, meuble, granuleux, quelques gravillons.

35-45 cm. Sorte de cuirasse tendre alvéolaire en formation (ou arrêtée).

45-60 cm. Brun foncé, assez compact, avec quelques morceaux de basalte.

60-70 cm. Identique mais beaucoup plus dur.

70 cm. Basalte.

Prélèvements :

C 37-1 0-10 cm.

C 37-2 25-30 cm.

C 37-3 40 cm.

C 37-4 50 cm.

C 37-5 60 cm.

B. — SOLS BRUNS.

Sol n° 2. — Rebord du plateau du terrain d'aviation de Bealanana, situé à 3 km. à l'ouest de cette localité.

Végétation : *Aristida similis*, *Pennisetum setosum*, *Bidens pilosa*, *Sarcobothrys strigosa*.

Profil :

- 0- 80 cm. Horizon humifère à peine marqué ; sol brun avec quelques taches blanchâtres tendres ; structure micro-prismatique.
- 80-120 cm. Beige avec taches blanches (particules volcaniques en voie d'altération).
- 120-200 cm. Gris à blanchâtre, très tendre, projections volcaniques très altérées.

Au-dessous on atteint un sol rosé, c'est le gneiss sous-jacent décomposé.

Prélèvements :

- C 2-1      0-5 cm.
- C 2-2      100 cm.
- C 2-3      200 cm.

**Sol n° 31.** — Coupe dans une colline entre Andilandrano et Marofamara, à l'ouest de la cuvette de la Haute-Sofia. La roche-mère est un mélange de matériaux projetés et de morceaux de basalte reposant sur un gneiss décomposé.

La végétation est une savoka très ouverte à base de Goyaviers. Les Fougères avec *Pteris aquilina* y sont nombreuses. Les Graminées sont surtout des *Aristida*.

Profil :

- 0-5 cm. Brun foncé, un peu humifère.
- 5-90 cm. Brun clair. Structure polyédrique, quelques débris volcaniques grisâtres et tendres très remués par les vers.
- 90-200 cm. Légèrement violacé, plus frais, argileux et compact ; lorsque remué, donne de petits polyèdres.
- 200 cm. Morceaux de basalte frais de plus en plus nombreux dans une masse violacée.

Prélèvements :

- C 31-1      0-5 cm.
- C 31-2      50 cm.
- C 31-3      150 cm.
- C 31-4      210 cm.

Un profil analogue a été observé près de Beandrarezina à 2 km. au nord-ouest de cette localité. Une lavaka profonde montre un sol dérivé de gneiss recouvert par une coulée basaltique. Les morceaux de roches sont abondants à la partie inférieure du profil qui est uniformément brun.

Les autres prélèvements de sols bruns proviennent du plateau de Bemanevika.

**Sol n° 64.** — Coupe dans un vallon marécageux au pied d'un grand cône de cendres situé à 2 km. au S.-S. O. de Bemanevika. La végétation est une prairie à base de *Sporobolus* et de *Panicum*.

## Profil :

- 0- 20 cm. Brun franc, humifère, argileux, avec de nombreuses racines.  
La structure est grumeleuse.
- 20- 70 cm. Brun foncé à ocre. Structure poudreuse très meuble, racines actuelles.
- 70-100 cm. Brun noir, nombreux fragments de cendres et de projections partiellement décomposées.

## Prélèvements :

- C 64-1      0-5 cm.
- C 64-2      40 cm.
- C 64-3      100 cm.

**Sol n° 66.** — Ce profil de sol a été prélevé à 300 m. à l'ouest de Manirenja sur la coulée qui a suivi la vallée de la rivière du même nom. L'altitude est d'environ 1.100 m. Cette vallée est entourée de sommets trachytiques, phonolitiques et gneissiques dont les éléments arrachés aux pentes ont dû être entraînés par ruissellement sur la coulée. La végétation est encore une prairie où dominent *Hypparhenia* et *Panicum*. Les Goyaviers sont abondants.

## Profil :

- 0- 20 cm. Noir humifère grumeleux à poudreux ; très nombreuses racines.
- 20- 80 cm. Brun jaunâtre un peu verdâtre, moyennement compact avec tendance à la structure poudreuse, quelques racines ; quelques grains de quartz.
- 80-120 cm. Brun rougeâtre, assez meuble, quelques morceaux de roches très altérés.

## Prélèvements :

- C 66-1      0-5 cm.
- C 66-2      30 à 40 cm.
- C 66-3      120 cm.

**Sol n° 67.** — Ce sol a été prélevé sous savoka à 8 km. au sud de Bemanevika. Le terrain est constitué de collines basses, les unes gneissiques, les autres basaltiques, la coupe notée a été prise à mi-pente de l'une d'elles.

La végétation est à base de *Psiadia*, *Psidium* et *Pteris aquilina*.

## Profil :

- 0-15 cm. Brun, grumeleux à prismatique, avec de nombreuses racines.  
On passe progressivement à l'horizon sous-jacent.
- 15-80 cm. Brun rouge ayant l'aspect d'une terre franche.

## Prélèvements :

- C 67-1      0-5 cm.
- C 67-2      80 cm.

Les deux sols suivants ont été prélevés sous forêt.

**Sol n° 65.** — A 7 km. au nord-ouest de Bemanevika sur la piste menant

à Sandrakoto, méplat sur le flanc d'un cône de cendres. La forêt est un peu dégradée, car on y note des Bambous.

Profil :

0- 20 cm. Noir, humifère, poudreux. Les blocs de basalte sont assez nombreux vers 20 cm.

20- 70 cm. Brun jaunâtre argileux, structure poudreuse.

70-100 cm. Brun rouge assez humide de même structure. Nombreux morceaux de basalte.

Prélèvements :

C 67-1            5 cm.

C 67-2        30-50 cm.

C 67-3        100 cm.

**Sol n° 38.** — Ce sol a été prélevé entre Bemanevika et Amberivery au nord du cratère Analavakivolo. Le terrain est plat ; il s'agit probablement d'une coulée. La forêt comprend de très beaux fûts ; le sous-bois est très réduit.

Profil :

0-15 cm. Brun foncé à noir humifère, très nombreuses racines ; structure grumeleuse.

15-80 cm. Brun, structure grumeleuse à granuleuse.

Prélèvements :

C 38-1        0 à 10 cm.

C 38-2        50 cm.

Ces deux sols 65 et 38 rappellent par leurs caractères morphologiques (couleur et structure en particulier) et leurs propriétés physico-chimiques (hautes teneurs en bases de l'horizon humifère, pH aux environs de 5,6, capacité d'échange élevée, rapport Silice/Alumine voisin de 1), les sols des Roussettes à la montagne d'Ambre.

#### C. — SOL ROUGE DE MAHIELAMBO.

**Sol n° 24.** — Le prélèvement a été fait au N.-N. O. de Ambahivahy à proximité de la forêt de Mahielambo, au sommet d'une colline à pentes fortes à 1.345 m. d'altitude. La roche qui donne naissance au sol n'a pu être vue intacte ; il s'agit probablement d'une trachyte néphélinique ou d'une phonolite.

La végétation est une savoka dense à base de *Philippia*, *Helychrysum*, *Pteris* et *Aristida*.

Profil :

0- 20 cm. Brun grumeleux, nombreuses racines.

20-170 cm. Rougeâtre à brun de structure polyédrique. De grosses masses blanches de la grosseur du poing sont réparties dans cet horizon. A la loupe, on peut voir de petits cristaux.

170-200 cm. Argile rouge foncée compacte avec fragments de roche rougeâtre.

200 et au-dessous. Roche rougeâtre à gros cristaux blancs opaques altérés.

Pas de zone de transition.

Prélèvements :

C 24-1 0- 10 cm.

C 24-2 100 cm.

C 24-3 180 cm.

L'échantillon 40-3 correspond aux masses blanches.

#### D. — SOLS JAUNES SUR GNEISS.

De très nombreux profils du genre de celui qui va être décrit ont été observés.

**Sol n° 4.** — Colline près du village de Beangezoka (entre Bealanana et la Maevarano, profonde entaille due à une lavaka).

Végétation : prairie à *Aristida* avec quelques rares arbustes (*Psiadia*).

Profil :

0- 15 cm. Croûte terrestre brun clair assez dure.

15- 60 cm. Jaune clair compact, pas de fentes.

60-200 cm. Rouge, compact, non micacé. Le seul minéral visible jusqu'ici est du quartz.

200-350 cm. Rouge, toujours compact avec quelques micas blancs.

350-450 cm. Zone d'altération grisâtre, sableuse, très micacée. La forme des feldspaths et des autres minéraux est visible, mais ils ne présentent aucune cohésion et s'écrasent sous les doigts. Très frais.

Prélèvements :

C 4-1 0- 15 cm.

C 4-2 40 cm.

C 4-3 100-100 cm.

C 4-4 275 cm.

C 4-5 400 cm.

**Sol n° 22.** — Provient de la forêt au nord d'Ambalapaka. Cette forêt plus ou moins dégradée (nombreux Bambous) existe sur un replat à 1.600 m. dominant la plaine de Bealanana. Le sol est assez peu épais. Les échantillons 23-1 a (bloc d'alumine), 23-1 b (gravillons) ont été prélevés à proximité.

Profil :

0-15 cm. Brun noirâtre, très nombreuses racines enchevêtrées.

15-60 cm. Brun clair à jaune, quelques blocs de rochers transformés, cristaux d'alumine visibles au milieu des quartz.

60 cm. Blocs de roche assez nombreux.



## Prélèvements :

- C 22-1     5-10 cm.  
C 22-2     60 cm.

## E. — SOLS BRUN-ROUGE.

Ces sols sont formés à partir de roches volcaniques, basalte ou trachyte. Un profil typique est celui du village d'Ambodivohitra au bord de la Maevav-rano. Une petite butte entaillée par un ruisseau permet d'examiner le sol n° 11.

**Sol n° 11.** — La végétation est une prairie exubérante *Hypparhenia cymbaria*.

Le profil est homogène sur 2 m. Le sol est brun-rouge à rouge foncé, la structure grumeleuse. Un échantillon a été prélevé vers 10 cm. C 11-1.

**Sol n° C 21.** — La coupe 21 a été relevée dans la partie S.-O. de la plaine de Bealanana entre les villages de Ambatoria et Anondrobato à 300 m. au sud de la route qui mène au chantier de déroctage. Il s'agit d'une colline à pente douce orientée vers l'ouest ; le soubassement gneissique est recouvert de cendres volcaniques. La végétation est la prairie à *Aristida* et *Hypparhenia*, avec comme arbustes des *Psiadia*.

## Profil :

- 0- 20 cm. Brun à brun-rouge, structure polyédrique.  
20-150 cm. Brun-rouge à rouge sombre, structure polyédrique.  
150-200 cm. Brun clair à jaunâtre, assez compact ; lorsque remué, se débite en petits polyèdres.  
200 cm. et au-dessous. Cendres volcaniques grises.

## Prélèvements :

- C 21-0     0- 10 cm.  
C 21-1     100 cm.  
C 21-2     175 cm.  
C 21-3     220 cm.

**Sol n° 52.** — Coupe naturelle sur un méplat au bas d'un cône volcanique à 2 km. au S.-E. de Bealanana (bordure est de la plaine de Bealanana). La surface du sol est très sèche et porte une prairie ouverte à *Aristida*.

## Profil :

- 0- 20 cm. Brun noir, un peu humifère, structure poudreuse.  
20- 75 cm. Brun franc, assez compact.  
75-125 cm. Brun rougeâtre, très compact, structure polyédrique.  
126-200 cm. Grenat violacé, argile mêlée de cendres basaltiques peu altérées.

## F. — SOLS BRUN-NOIR PIERREUX.

Les sols de ce type, voisins des sols bruns, se rencontrent sur les coulées

volcaniques fraîches. La topographie est plane, mais le nombre des cailloux est toujours élevé. La plupart du temps, leur mise en culture nécessite l'épierreage.

**Sol n° 14.** — Betainkankana, dans la partie nord de la station. Plateau traversé en son centre par la route de Bealanana, coulée issue d'un volcan situé plus à l'ouest et adossé aux collines gneissiques. Prairie à *Hypparhenia rufa* avec quelques *Psiadia*.

Profil :

0-30 cm. Noir argileux, assez sec, structure granuleuse.

30-90 cm. Brun foncé, structure plus ou moins columnaire : nombreux morceaux de basalte devenant plus abondants vers le bas.

90-120 cm. Brun, très nombreux blocs de basalte, assez compact.

Prélèvements :

C 14-1 0- 5 cm.

C 14-2 50 cm.

C 14-3 110 cm.

## II. — SOLS INTRAZONAUX

### A. — SOLS DE MARAIS.

**Sol n° 5.** — Coupe dans une plaine inondée au bord de la Maevarano auprès d'Ambararatabe (moyenne Maevarano).

La végétation est à base de Zozoro (*Cyperus emirnensis*).

Profil :

0-10 cm. Enchevêtrement de racines.

10-60 cm. Très plastique, un peu micacé, gris noir ; on trouve quelques taches rouille tout le long du profil.

Prélèvements :

C 5-1 0 à 20 cm.

C 5-2 60 cm.

**Sol n° 8.** — Coupe dans la plaine de la moyenne Maevarano entre Andranotakatra ambany et Ankijanimavo, à 400 m. des collines bordant la plaine.

La végétation est à base de Vendrano (*Cyperus latifolius*).

Profil :

0- 20 cm. Noir grumeleux, nombreuses racines.

20- 80 cm. Plus gris, structure grumeleuse, très humide.

80-100 cm. Gris, sablo-argileux.

Prélèvements :

C 8-1 entre 0 et 10 cm.

C 8-2 à 100 cm.

**Sol n° 9.** — Ce sol a été rencontré dans la vaste zone marécageuse s'étendant au nord d'Ankosilava (moyenne Maevarano).

La végétation est une prairie mouvante à base de Hosihosy (*Panicum comorense*).

Profil :

- 0- 20 cm. Gris-noir, quelques petites racines.
- 20- 40 cm. Noir avec une petite bande brunâtre.
- 40- 60 cm. Brun avec taches rouille.
- 60- 80 cm. Gris-noir avec nombreuses petites racines.
- 80-110 cm. Noir, nombreuses petites racines.
- 110 cm. Argile plastique blanche.

Prélèvements :

- C 9-1 0- 10 cm.
- C 9-2 20- 30 cm.
- C 9-3 40- 50 cm.
- C 9-4 80- 95 cm.
- C 9-5 95-110 cm.
- C 9-6 140-170 cm.

**Sol n° 16.** — Sol de la station agricole de Betainkankana, carreau 9, ligne 62, p. 14.

Marais drainé cultivé en Caféiers avec des Niaouli comme plante d'ombrage et *Ipomea batatas* comme plante de couverture.

Les Caféiers sont en bon état et ont de bons rendements.

Profil :

- 0- 40 cm. Brun humifère grumeleux, quelques petites racines actuelles.
- 40- 70 cm. Brun foncé avec taches rouille, limoneux, micacé.
- 70-115 cm. Brun noirâtre avec nombreuses racines de toutes tailles, limoneux.
- 115-170 cm. Argile micacée d'un gris devenant de plus en plus clair en profondeur.
- 170 cm. Lit sablo-argileux.

Prélèvements :

- C 16-1 0- 10 cm.
- C 16-2 50 cm.
- C 16-3 80 cm.
- C 16-4 110 cm.
- C 16-5 140 cm.

**Sol n° 29.** — Plaine de Mangindrano-nord auprès d'Antanimbaribe au pied de l'îlot de Nosy Pisoa.

La végétation est à base de Zozoro (*Cyperus emirnensis*). Un recouvrement d'alluvions récentes permet de rapprocher ce sol des betrontany.

Profil :

- 0- 10 cm. Argile rougeâtre (recouvrement récent).
- 10- 70 cm. Non argileux, très nombreuses racines non décomposées.
- 70-100 cm. Argile micacée noire, sans racines.

100-130 cm. Argile micacée noire, avec racines.

130-135 cm. Lit sableux gris noir.

135-150 cm. Argile micacée noire, sans racines.

150-170 cm. Argile brunâtre très plastique.

170 cm. Argile plastique grise.

**Prélèvements :**

C 29-1 20- 30 cm.

C 29-2 100 cm.

C 29-3 150 cm.

**Sol n° 50.** — Entre Anjanaborana et Ambodiampana à 400 m. au sud de la route de Bealanana (plaine de la moyenne Maevarano). La végétation, à base de Hosihosy à port gazonnant, a un aspect lépreux.

**Profil :**

0- 20 cm. Humifère, noir, compact, structure prismatique, traces de racines.

20- 40 cm. Argilo-humifère, noir, très compact et très plastique.

40- 80 cm. Argile blanche très compacte et très plastique, avec poches humifères nombreuses.

80-130 cm. Argile gris clair, plastique, quelques taches rouille.

**Prélèvements :**

C 50-1 3- 10 cm.

C 50-2 60 cm.

C 50-3 120 cm.

Ce profil constitue un bon exemple de sol de marais prenant une structure lourde et imperméable après exondation.

**Sol n° 62.** — Type de sol de marais de la digitation d'Anamboriana (Manampatrana) assez peu humifère malgré la végétation exubérante qui le couvre. Le prélèvement a été fait à 3 km. 5 au N.-O. d'Ambodiadabo sous Zozoro de plus de 3 m. 5 de haut.

**Profil :**

0- 15 cm. Argileux un peu fluant, non micacé, gris noir, nombreuses racines actuelles.

15- 60 cm. Noir micacé, limoneux, non fluant.

60-200 cm. Gris noir très micacé, limoneux.

**Prélèvements :**

C 62-1 0- 10 cm.

C 62-2 15- 50 cm.

C 62-3 150-200 cm.

**B. — SOLS GRIS A TACHES ROUILLE.**

**Sol n° 15.** — Rencontré à proximité du sol n° 16 à la station agricole de Betainkankana, au bord d'un marais drainé ; ce sol porte une plantation

de Caféiers d'aspect souffreteux (ni ombrage, ni couverture). C'est probablement un exemple de convergence entre sol de marais à horizon humifère peu épais et sol gris à taches rouille.

Profil :

0- 30 cm. Noir humifère, argileux, sec.

30- 60 cm. Moins noir, assez nombreuses taches rouille.

60-160 cm. Gris, argilo-sableux, très nombreuses taches rouille.

Prélèvements :

C 15-1 0- 10 cm.

C 15-2 50 cm.

C 15-3 90 cm.

C 15-4 150 cm.

**Sol n° 19.** — A Antsoriarena en face d'Ambodivohitra (basse Maevarano) sous rizière. La plaine présente une très légère pente vers le nord.

Profil :

0- 10 cm. Brun argileux, un peu humifère, compact.

10- 35 cm. Brun jaunâtre, argilo-sableux, taches blanches et grises, quelques grosses taches noirâtres.

30-110 cm. Argilo-sableux, gris avec nombreuses taches rouille.

110 cm. De plus en plus sableux, la couleur beige devient de plus en plus homogène.

Prélèvements :

C 19-1 Surface

C 19-2 20 cm.

C 19-3 100 cm.

**Sol n° 20.** — A proximité du précédent, mais un peu plus bas. La végétation est à base de Vendrano (*Cyperus latifolius*).

Profil :

0- 20 cm. Humifère très noir, lacs de racines en surface, très meuble.

20- 40 cm. Gris sablo-argileux, sans taches rouille.

40-150 cm. Gris sablo-argileux, avec taches rouille.

Prélèvements :

C 20-1 Surface

C 20-2 30 cm.

C 20-3 100 cm.

**Sol n° 30.** — A 600 m. au S.-O. de Marotolana (Haute-Sofia) sous une ancienne rizière.

Profil :

0- 10 cm. Argile récente, brun foncé, racines actuelles.

10- 35 cm. Un peu plus grisâtre, quelques taches rouille.

30- 45 cm. Gris foncé à taches rouille.

45- 90 cm. Taches rouille très nombreuses sur fond gris clair.

90- 160 cm. Zones grises sur fond jaune-beige.

Prélèvements :

C 30-1	0- 10 cm.
C 30-2	25 cm.
C 30-3	60 cm.
C 30-4	120 cm.

**Sol n° 32.** — Entre Marofamara et Andilantsara (Haute-Sofia), sous rizière.

Profil :

- 0- 20 cm. Noir humifère, sablo-argileux assez compact, quelques taches rouille, nombreuses racines dans les 5 premiers centimètres.
- 20- 50 cm. Très nombreuses taches rouille et quelques taches noirâtres sur fond gris, argilo-sableux assez friable.
- 50-100 cm. Plus clair, moins de taches rouille, un peu plus plastique.
- 100-130 cm. Beaucoup plus gris, très peu de taches rouille, assez plastique.
- 130-150 cm. Passage assez brutal à un horizon rouille dur, inattaquable à la sonde.

Prélèvements :

C 32-1	0- 10 cm.
C 32-2	35- 40 cm.
C 32-3	75 cm.
C 32-4	120 cm.
C 32-5	150 cm.

**Sol n° 53.** — A 3 km. à l'O.-N. O. d'Amkodohodo et à 200 m. de la Maevavano (plaine de Mangindrano-sud), berge d'un bras secondaire de la rivière Ambalamatroka. La végétation est une prairie à Hosihosy.

Profil :

- 0- 15 cm. Brun argileux, sec, quelques gravillons.
- 15- 40 cm. Beige clair, avec quelques taches rouille vers le bas, argileux compact.
- 40-100 cm. Beige avec grandes taches rouille à contours indéterminés, limoneux assez compact.
- 100-120 cm. Identique au précédent, mais sableux et plus meuble.

Prélèvements :

C 53-1	2-10 cm.
C 53-2	30 cm.
C 53-3	90 cm.

**Sol n° 56.** — 1 km. au S.-E. de Marobilahy (vallée de l'Ambalamatroka) sous prairie dense à Hosihosy.

## Profil :

0- 20 cm. Noir, humifère, sablo-argileux, structure un peu grumeleuse, racines très nombreuses.

20- 40 cm. Gris franc, sableux avec un peu de limon.

40- 90 cm. Sable grossier un peu micacé, très meuble.

90-110 cm. Argileux, plastique, nombreuses taches rouille.

## Prélèvements :

C 56-1 0- 10 cm.

C 56-2 70 cm.

C 56-3 105 cm.

**Sol n° 57.** — 3 km. 5 au N.-N. E. d'Antelopolo (plaine de Mangindrano-sud). La plaine porte des traces du ruissellement des hautes eaux de la Maevarano. La végétation comprend en plus des Hosihosy de petites Cypéracées indéterminées (Volidy) et une Légumineuse épineuse très courante le long de la Maevarano (Rotry).

## Profil :

0- 30 cm. Brun noir, humifère, limono-argileux, structure prismatique, lacs de racines assez dense.

30- 65 cm. Sable fin assez tassé, gris cendré avec traces de racines en noir.

65-110 cm. Argilo-sableux, taches rouille foncées et brunes assez dures allant en augmentant avec la profondeur.

Ce sol est à la limite du sol gris à taches rouille et du podzol.

## Prélèvements :

C 57-1 3- 10 cm.

C 57-2 50 cm.

C 57-3 100 cm.

## C. — BETRONTANY.

**Sol n° 6.** — Entre Bepaka et Analabe (moyenne Maevarano) dans une digitation entre des collines basses, sous rizières.

## Profil :

0- 15 cm. Rougeâtre, très argileux avec quelques taches rouille, un peu micacé, paraissant peu humifère.

15- 50 cm. Gris noir, très argileux.

50-120 cm. Noir, assez argileux, très nombreuses racines de Zozoro peu décomposées.

120-150 cm. Gris noir, argileux, moins de racines.

## Prélèvements :

C 6-1 0- 5 cm.

C 6-2 10- 15 cm.

C 6-3 100 cm.

C 6-4 150 cm.

**Sol n° 16.** — Station agricole de Betainkankana, parcelle Les Roches, ligne 126, p. 34. Plantations de Caféiers à forte productivité, quelques Aleurites.

Profil :

- 0- 10 cm. Jaune-ocre, un peu grumeleux, très meuble.
- 10- 60 cm. Jaune-beige ; sableux avec grumeaux argileux noirâtres de plus en plus nombreux vers le bas.
- 60-110 cm. Gris bleuté avec lignes rouille suivant les traces des anciennes racines, argilo-limoneux.
- 110-170 cm. Gris noir, argileux avec taches noires de matière organique.
- 170-190 cm. Noir, sableux avec morceaux de bois assez gros peu ou pas décomposés.
- 190 cm. Blanc grisâtre, sablo-argileux.

Prélèvements :

- |        |           |
|--------|-----------|
| C 18-1 | 0- 10 cm. |
| C 18-2 | 50 cm.    |
| C 18-3 | 100 cm.   |
| C 18-4 | 140 cm.   |
| C 18-5 | 180 cm.   |

**Sol n° 33.** — Plaine émergée au S.-O. de Bealanana, à la suite de l'abaissement du seuil d'Ambatoria. La végétation est à base de Zozoro (en régression par suite de l'assèchement progressif du sol).

Profil :

- 0- 70 cm. Alluvions beiges limono-argileuses micacées.
- 70-150 cm. Noir très humifère, lacis de racines peu décomposées.
- 150 cm. Argile plastique gris blanchâtre.

Prélèvements :

- |        |           |
|--------|-----------|
| C 33-1 | 0- 10 cm. |
| C 33-2 | 40 cm.    |
| C 33-3 | 100 cm.   |
| C 33-4 | 170 cm.   |

D. — **PODZOL.**

**Sol n° 12.** — Prélevé au nord du village d'Ambodivohitra dans un coude de la Maevarano, un peu avant que cette rivière n'abandonne son cours de plaine dans l'Ankaizinana. La coupe décrite s'observe sur une berge de la Maevarano (Pl. XII, D).

Profil :

- 0- 20 cm. Alluvions actuelles micacées.
- 20- 35 cm. Gris noir avec petites taches noirâtres, sableux.
- 35- 85 cm. Gris clair avec rares taches rouille, très sableux.
- 85-100 cm. Gris avec taches rouille de plus en plus nombreuses vers le bas, très sableux.



100-125 cm. Gris avec taches rouille et noires, très sableux.

125-150 cm. Grandes taches noires d'humus cimentant le sable gris, certaines taches noires ont 10 cm. de diamètre.

150 cm. Sable rouille avec quelques taches plus foncées.

Prélèvements :

C 12-1 . 20- 30 cm.

C 12-2 . 40 cm.

C 12-3 . 80 cm.

C 12-4 . 120 cm.

C 12-5 . 140 cm.

### III. — SOLS AZONAUX

#### A. — ALLUVIONS JAUNES.

**Sol n° 28.** — Entre Antafiandakana et Antanimbaribe (plaine de Mangindrano-nord) sous prairie à *Sporobolus indicus*.

Profil :

0-25 cm. Brun foncé humifère, nombreuses petites racines.

25 cm. Jaune à brun clair, compact et tassé, argilo-sableux.

Prélèvements :

C 28-1 . 0-10 cm.

C 28-2 . 60 cm.

**Sol n° 58.** — A 2 km. au nord d'Antanantanana (plaine de Mangindrano-sud) sous prairie à *Panicum comorense* (Hosihosy), *Cyperus latifolius* (Vendrano), *Hypparhenia rufa* (Fatakana) et « Tsihosihosy » (petite Légumineuse grimpant le long des tiges de Graminées).

Profil :

0- 8 cm. Brun clair, structure grumeleuse, traînées rouges le long des racines.

8- 40 cm. Horizon de transition, gris-brun vers le haut, ocre-jaune vers le bas, sans limites définies des deux couleurs ; structure un peu sableuse ; quelques traînées rouges vers le haut le long des trajets de racines.

40-100 cm. Jaune franc, sans traces d'individualisation du fer, mais contenant quelques concrétions noires d'oxyde de fer et quelques grumeaux bruns paraissant d'origine exogène.

Ce profil a été prélevé à la limite d'une zone d'alluvions jaunes en un point où le pédo-climat est nettement plus humide que la normale pour ce type de sol.

Prélèvements :

C 58-1 . 0- 8 cm.

C 58-2 . 90 cm.

**Sol n° 61.** — Profil prélevé à 500 m. au sud d'Ambodiadabo (Haute-Manampatrana) sous prairie à *Hypparhenia* de plus de 2 m. de haut. Une partie de cette zone est cultivée en rizières.

Profil :

- 0-20 cm. Brun noir grumeleux, humifère sablo-limoneux ; lacs de racines en surface. Cet horizon passe progressivement à :
- 20-60 cm. Jaune rougeâtre compact, sablo-limoneux avec graviers, devenant progressivement :
- 60-80 cm. Plus humide et moins compact, sablo-limoneux avec moins de graviers.

Dans l'ensemble le profil est très homogène du haut en bas.

Prélèvements :

- C 61-1 3-10 cm.
- C 61-2 75-80 cm.

**Sol n° 63.** — A 1,5 km. au N.-N. O. d'Antsitrakely : coupe naturelle du thalweg de la Manampatrana. La végétation est constituée par une prairie à base d'*Hypparhenia* parsemée d'arbustes divers.

Profil :

- 0- 25 cm. Brun-noir humifère, structure grumeleuse, nombreuses racines actuelles.
- 25-100 cm. Jaune légèrement brunâtre, durci et sec, grandes fentes le long des trajets de racines.
- 100-200 cm. Jaune franc, petites taches blanchâtres très rares ; légèrement humide, structure sableuse moyennement compacte, pas de racines.

Prélèvements :

- C 63-1 5- 15 cm.
- C 63-2 100-110 cm.

#### B. — BAIBOHO.

**Sol n° 1.** — Entre Bealanana et le terrain d'aviation, à la limite des rizières. La végétation est à base de *Cyperus latifolius* (Vendrano) et *Phragmites communis* (Bararata).

Profil :

- 0- 10 cm. Limono-sableux, structure lamellaire.
- 10- 40 cm. Sableux, un peu coloré en ocre.
- 40-100 cm. Traînées rougeâtres sur fond gris ; argileux plastique, micacé.
- 100-120 cm. Gris noirâtre ; sableux, micacé, très humide.

Prélèvements :

- C 1-1 0- 8 cm.
- C 1-2 25 cm.
- C 1-3 75 cm.
- C 1-4 120 cm.

**Sol n° 3.** — Prélèvement effectué dans une petite plaine alluviale à 100 m. au sud du village d'Ambalapaka (au nord de Bealanana).

Plantation autochtone de Caféiers ; nombreux *Solanum auriculatum* (Sevabe) dans la plantation.

Profil :

0-25 cm. Limoneux rougeâtre.

25-60 cm. Sableux, micacé.

60-75 cm. Horizon organique enterré (sol enterré).

75 cm. Nombreuses traînées rouille suivant le trajet des racines.

Prélèvements :

C 3-0 0- 5 cm.

C 3-1 30 cm.

C 3-2 70 cm.

**Sol n° 7.** — Berge de la Maevarano entre Anjohibe et Antranotakatra ambany (Moyenne Maevarano) ; prairie à *Cynodon dactylon* (Fondrotarana).

Profil :

0- 60 cm. Jaune-beige tacheté de rouille ; alluvions limoneuses micacées.

60- 70 cm. Lit de sable grossier micacé, nombreuses taches rouille.

70- 75 cm. Lit argileux micacé.

75-120 cm. Sable grossier rouge violacé, stratification entrecroisée.

120-130 cm. Lit argileux.

130 cm. Sable grossier très meuble contenant des minéraux noirs.

Prélèvements :

C 7-1 2-10 cm.

C 7-2 50-60 cm.

C 7-3 65 cm.

**Sol n° 13.** — Prélèvement effectué dans la plaine de Marovato à l'O-N.O. de Bealanana. Une partie des apports alluvionnaires doivent avoir une origine volcanique.

Profil :

0- 10 cm. Brun, un peu humifère, argileux.

10- 40 cm. Brun jaunâtre, argileux.

40-180 cm. Gris, argilo-sableux micacé ; de plus en plus argileux vers le bas.

180-200 cm. Argile violette.

200 cm. Argile grise.

Prélèvements :

C 13-1 0- 10 cm.

C 13-2 80 cm.

C 13-3 150 cm.

C 13-4 180 cm.

**Sol n° 25.** — Auprès de Besangarotra (ouest de la plaine de Mangindrano-nord), sous rizière.

Profil :

0- 5 cm. Lacis de racines actuelles.

5-25 cm. Brun-rouge, argilo-limoneux assez compact.

25-60 cm. Brun très sableux : cendres et débris volcaniques.

Prélèvements :

C 25-1      5-10 cm.

C 25-2      40 cm.

**Sol n° 26.** — A 3 km. au sud de Manakana (ouest de la plaine de Mangindrano-nord), sous prairie à Fandrotarana et Bararata.

Profil :

0-30 cm. Brun foncé avec zones noirâtres : argilo-limoneux.

30-60 cm. Alluvions jaune-clair limoneuses micacées.

Prélèvements :

C 26-1      0-10 cm.

C 26-2      60 cm.

**Sol n° 27.** — Près d'Ampitilova au nord de la plaine de Mangindrano-nord sous prairie à Fandrotarana.

Profil :

0-35 cm. Noir humifère argileux : quelques racines.

35-75 cm. Beige : argilo-sableux micacé.

75-85 cm. Limono-sableux micacé.

85 cm. Sable grossier.

Prélèvements :

C 27-1      0-10 cm.

C 27-2      50 cm.

**Sol n° 54.** — A 800 m. au N.-E. d'Ankodohodo-nord (vallée de l'Ambalamotraka) sous prairie basse très couvrante à Hosihosy et Fandrotarana.

Profil :

0- 5 cm. Brun rougeâtre, un peu humifère.

5- 50 cm. Brun rouge, argileux, structure poudreuse : quelques gravillons.

50- 70 cm. Gris avec grumeaux argileux noirs : micacé.

70-115 cm. Argile grise micacée à structure macro-prismatique.

Prélèvements :

C 54-1      5- 15 cm.

C 54-2      60 cm.

C 54-3      110 cm.

**Sol n° 59.** — A 800 m. au S.-S. O. d'Ambatoria dans la plaine de Mangindrano-sud, sous rizière avec Hosihosy et Vendrano.

## Profil :

- 0- 3 cm. Rouge-brun argilo-limoneux, légèrement grumeleux : traînées rouges le long des très nombreux trajets de racines.
- 3- 10 cm. Gris foncé paraissant assez peu humifère, argilo-limoneux plus compact que le précédent, nombreuses traînées rouges le long des racines.
- 10- 75 cm. Brun grumeleux, racines régulièrement réparties dans toute la masse du sol ; individualisation du fer sensible.
- 75-100 cm. Argilo-sableux, assez plastique, individualisation nette de l'oxyde de fer.

Ce sol constitue en fait un terme de passage entre les baiboho et les sols gris à taches rouille.

## Prélèvements :

- C 59-1      3- 10 cm.
- C 59-2      50 cm.
- C 59-3      100 cm.

**Sol n° 60.** — A 1 km. 5 au S.-O. de Besahoana (Manampatrana) à proximité de la Manampatrana. La végétation est à base de Hosihosy et de Paka (*Urena lobata*).

## Profil :

- 0- 25 cm. Rouge-brun très humifère, grumelo-poudreux.
- 25- 40 cm. Noir assez humifère, limono-argileux, un peu durci, structure grumelo-prismatique.
- 40- 60 cm. Blanc ivoire, argilo-limoneux, filets rouges le long des trajets de racines ; assez compact, mais, en pratique, nombreuses racines dans la masse de cet horizon.
- 60-150 cm. Gris argenté, sablo-limoneux très micacé, traînées rouille le long des trajets de racines.

## Prélèvements :

- C 60-1      5- 15 cm.
- C 60-2      30 cm.
- C 60-3      50 cm.
- C 60-4      110 cm.

## C. — COLLUVIONS.

**Sol n° 10.** — A 400 m. au sud d'Ambodikakazo (au S.-O. de la feuille de Bealanana) : rizière présentant une légère pente vers l'est. Ce colluvion d'extension très faible n'a pas été porté sur la carte.

## Profil :

- 0- 5 cm. Lacis de racines et débris végétaux.
- 5-25 cm. Noir, sablo-limoneux, assez compact.
- 25-60 cm. Jaune avec quelques taches rouille, sablo-argileux.

## Prélèvements :

C 10-1 0-10 cm.

C 10-2 60 cm.

**Sol n° 17.** — Station agricole de Betainkankana, parcelle La Surprise, ligne 105, p. 32. Bas de la colline gneissique avec pente vers l'est. Plantation de Caféier (variété Porto-Rico) à rendement convenable.

Le sol est sablo-limoneux brun clair : en coupe, on reconnaît une stratification entrecroisée de lits plus ou moins sableux.

## Prélèvements :

C 17-1 Surface.

C 17-2 100 cm.

**Sol n° 51.** — A 500 m. à l'est d'Andilantanana à 4 km. à l'est de Betainkankana : une digitation en sol de marais a été en partie recouverte par une épaisse nappe d'alluvions provenant d'une lavaka extrêmement active située au nord d'Andilantanana. On retrouve à 1 m. 40 de profondeur le sol de marais typique. Ce sol est cultivé en rizière.

## Profil :

0- 10 cm. Jaune rougeâtre, limono-argileux très micacé, assez plastique ; nombreuses racines actuelles.

10- 30 cm. Gris noir humifère, limono-argileux avec peu de micas, structure grumeleuse ; nombreuses racines un peu décomposées.

30-110 cm. Jaune franc, structure un peu grumeleuse, traces de racines en ocre.

110-140 cm. Jaune grisâtre, assez plastique ; quelques traces de racines.

140 cm. Passage brutal à un amas de racines de Zozoro enterrées rougeâtres, noircissant rapidement à l'air.

## Prélèvements :

C 51-0 0- 10 cm.

C 51-1 20 cm.

C 51-2 80 cm.

C 51-3 150 cm.

**B. — Les Méthodes analytiques**

Les analyses ont été effectuées au laboratoire de Pédologie de l'Institut de Recherche scientifique de Madagascar à Tananarive-Tsimbazaza par MM. Pernet, Riquier, Ségalen et Tercinier.

**1. — DÉTERMINATIONS PHYSIQUES.**

L'analyse mécanique a été effectuée après destruction des matières humiques à l'eau oxygénée à 20 vol., la dispersion a été faite à l'ammoniaque

et la méthode pipette utilisée. L'humidité équivalente a été obtenue après centrifugation à 1.000 g. pendant 15 minutes de l'échantillon imbibé d'eau durant 24 heures.

L'indice de dispersion est le rapport multiplié par 100 de la somme argile + limon, obtenue par dispersion dans l'eau, à la somme argile + limon, obtenue par dispersion à l'ammoniaque.

L'indice d'agréation est celui de CASTAGNOL :

$$IA = \frac{\text{Agréats entre 0,2 et 2 mm} - \text{Sable grossier} \times 100}{\text{Agréats entre 0,2 et 2 mm.}}$$

## 2. — DÉTERMINATION PHYSICO-CHIMIQUE.

Le pH a été déterminé colorimétriquement après floculation du sol à la gélobarine.

## 3. — DÉTERMINATIONS CHIMIQUES.

La matière organique totale a été déterminée après attaque du sol d'après la technique de ANNE (20), suivie par un dosage colorimétrique d'après GRAHAM (24).

L'humus a été dosé suivant CHAMINADE (22).

Les fractionnements des matières humiques ont été effectuées d'après les indications de DEMOLON (23). Le sol est traité par une solution de soude 0,05N. La valeur R représente le rapport : matières humiques précipitables par un acide sur matières humiques totales.

L'azote total a été déterminé suivant le procédé KJELDAHL. Le catalyseur utilisé est le mélange  $\text{SO}_4 \text{ Cu} + \text{SO}_4 \text{ K}_2 + \text{Se}$ .

Les bases échangeables sont obtenues après lessivage du sol par l'acétate d'ammonium normal et neutre. La capacité d'échange est obtenue suivant PEECH (25).

L'acide phosphorique assimilable est dosé dans l'extrait citrique à 2 %.

Le rapport Silice/Alumine est déterminé après attaque du sol par le réactif triacide de BAEYENS (21). Les éléments suivants ont été dosés colorimétriquement : Fe, Ti, P et Mn.

## C. — Résultats analytiques

## CUIRASSES ET CONCRÉTIONS DIVERSES

	23-1 a	23-1 b	36-1	36-2	40-0	40-1	40-2
<i>Analyse complète :</i>							
Résidu % . . . . .	3,94	36,66	6,65	32,49	4,09	0,97	23,12
SiO <sub>2</sub> combinée % . . . .	1,17	1,35	1,76	1,69	2,86	1,61	15,90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	62,65	4,94	37,40	13,10	58,52	53,90	24,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	8,00	42,5	32,75	36,50	4,25	21,25	16,75
TiO <sub>2</sub> % . . . . .	1,25	1,0	3,00	2,50	0,30	1,15	0,60
MnO % . . . . .	0	0	0,18	0	0	0	2,45
Perte au feu % . . . . .	23,58	13,44	17,30	14,26	29,94	19,19	14,66
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> % . . . . .	0,10	0,26	0,84	0,70	0,13	0,51	1,65
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,032	0,46	0,080	0,22	0,083	0,051	1,09
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,029	0,071	0,051	0,079	0,079	0,040	0,76

## SOLS ASSOCIÉS AUX CUIRASSES

	34-1	34-2	35-1	35-2
<i>Détermination :</i>				
pH . . . . .	5,5	6,0	5,7	6,0
<i>Granulométrie :</i>				
Terre fine % . . . . .	97,5	98,7	100	89,5
Sable grossier % . . . . .	8,30	5,80	14,60	27,35
Sable fin % . . . . .	8,25	8,80	23,00	29,70
Limon % . . . . .	50,25	42,32	27,90	22,38
Argile % . . . . .	20,95	36,15	21,75	16,07
Humidité 105° % . . . . .	7,07	5,31	7,41	4,30
Humidité équivalente . . . . .	38,5	—	34,2	19,6
Indice de dispersion . . . . .	35,1	51,1	34,0	33,8
Indice d'agrégation . . . . .	77,7	85,6	61,9	0
<i>Matière organique :</i>				
Mat. org. tot. ‰ . . . . .	51,8	15,8	53,5	
Azote total ‰ . . . . .	2,25	0,58	2,23	0,22
C/N . . . . .	13,3	15,8	14	
Humus oxalate ‰ . . . . .	1,52	0,25	2,90	0,46
<i>Complexe absorbant :</i>				
CaO Ech. — ‰ . . . . .	0,39	0,41	0,42	0,36
MgO Ech. — ‰ . . . . .	0,02	0,02	0,01	0,04
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . . . .	0,03	0,05	0,03	0,04
Cap. Ech. en méq/100 g. . . . .	11,3	6,0	18,6	7,3
S. en méq/100 g. . . . .	1,55	1,67	1,60	1,56
V. % . . . . .	13,7	27,8	8,6	21,4
Acide phosph. ass. ‰ . . . .	0,016	0,023	0,010	0,023
Acide phosph. tot. % . . . .	0,81	0,86	0,41	0,53
<i>Analyse complète :</i>				
Résidu % . . . . .	3,37	2,03	15,81	11,98
SiO <sub>2</sub> combinée % . . . . .	1,85	0,75	3,37	0,86
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	35,6	23,7	30,54	42,92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	25,0	29,0	19,25	18,75
TiO <sub>2</sub> % . . . . .	4,6	4,5	4,2	2,8
MnO % . . . . .	0,14	0,12	0,01	0,12
Perte au feu % . . . . .	30,44	29,49	28,05	23,98
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,09	0,03	0,18	0,03
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,06	0,02	0,13	0,02



## SOLS BRUNS

	2-1	2-2	2-3	31-1	31-2	31-3	31-4	67-1	67-2
<i>Détermination :</i>									
pH . . . . .	5,6	5,9	5,7	5,6	5,6	6,2	6,4	5,2	5,6
<i>Granulométrie :</i>									
Terre fine % . . . .	88,7	100	100	98	99,6	99,6	100	83,4	100
Sable grossier % . .	5,24	4,76	14,51	13,57	2,67	2,30	3,60	7,70	9,10
Sable fin % . . . .	16,54	30,40	20,54	21,50	4,80	24,68	28,53	46,2	23,80
Limon % . . . . .	29,18	18,82	26,65	32,17	20,30	21,30	23,90	12,27	18,90
Argile % . . . . .	40,12	39,60	31,57	23,95	66,37	46,65	38,85	17,25	37,10
Humidité 105° % . .	5,09	5,69	6,44	5,11	4,58	4,69	4,61	10,01	9,81
Humidité équival. .	35,4	33,4	44,6	31,9	28,6	35,4	36,2	36,9	26,6
Indice de dispersion .	22,5	2,6	0	24,1	24,8	2,0	1,9	33,5	5,5
Indice d'agrégation .	83,7	85,8	52,0	92,3	93,5	74,7	32,0	78,1	78,6
<i>Matière organique :</i>									
Mat. org. tot. ‰ . .	37,9	6,9	3,8	35,8	12,7	3,8	4,1	77,9	1,7
Azote total ‰ . . .	2,07	0,42	0,14	2,70	0,71	0,32	0,33	4,53	1,27
C/N. . . . .	11,0	9,5	15,3	8,0	10,5	7,0	7,2	14,3	5,8
Humus oxalate ‰ . .	1,04	tr.	tr.	9,2	tr.	0	0	3,65	tr.
Humus { précip. ‰ . .	9,0	0,60	0,24	5,15	0,3	0,2	0,26	7,9	0,6
Soude { non préc. ‰ .	7,25	0,75	0,36	2,2	0,3	0,6	0,3	3,3	1,8
R. . . . .	55,5	44	60	69,6	27	25	43	71	27
<i>Complexe absorbant :</i>									
CaO Ech. — ‰ . . .	1,75	0,67	0,47	1,05	0,65	0,85	1,13	1,49	0,53
MgO Ech. — ‰ . . .	0,025	0,03	0,01	0,16	0,02	0,02	0,02	0,37	0,04
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . .	0,12	0,06	0,02	0,025	0,02	0,03	0,03	0,10	0,04
Cap. Ech. méq/100 g.	12,0	11,7	13,4	12,9	8,1	9,6	11,0	29,7	12,3
S. en méq/100 g. . .	6,60	2,66	1,76	4,58	2,45	3,19	4,18	7,34	2,17
V. % . . . . .	55,0	22,7	13,1	35,5	30,2	33,2	38,0	24,7	17,6
Acide phosp. ass. ‰ .	0,098	0,094	0,095	0,030	0,027	0,038	0,042	0,006	0,017
Acide phosp. tot. % .	1,32	1,12	0,92	0,66	0,68	0,61	0,68	0,33	0,25
<i>Analyse complète :</i>									
Résidu % . . . . .	8,06	14,29	8,55					14,29	17,16
SiO <sub>2</sub> combinée % . .	7,40	10,30	27,09					8,10	9,83
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	38,30	31,70	27,70					24,62	29,85
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	20,6	20,1	18,6					17,75	18,10
TiO <sub>2</sub> % . . . . .	3,3	3,6	3,05					2,80	3,10
MnO % . . . . .	0,25	0,33	0,33					—	—
Perte au feu % . . .	21,24	17,62	15,23					32,27	22,00
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,32	0,55	1,66					0,46	0,55
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,24	0,39	1,16					0,38	0,40

SOLS BRUNS

	64-1	64-2	64-3	66-1	66-2	66-3	65-1	65-2	65-3	381	382
<i>Détermination :</i>											
pH . . . . .	5,4	5,7	5,9	5,6	5,3	6,1	5,6	5,5	5,3	6,0	5,6
<i>Granulométrie :</i>											
Terre fine % . . . . .	100	99,0	87,0	97	98	96,5	94,5	89	85,8	92	100
Sable grossier % . . . . .	10,8	14,90	37,20	13,50	14,70	24,95	10,80	10,3	10,02	4,70	1,70
Sable fin % . . . . .	26,1	51,5	32,2	33,60	28,80	39,50	24,5	27,0	22,6	14,20	2,30
Limon % . . . . .	23,07	11,75	14,50	8,15	14,90	17,88	14,80	30,90	21,60	29,20	22,42
Argile % . . . . .	14,8	5,25	3,70	25,37	28,77	10,82	13,47	10,42	30,40	27,05	60,65
Humidité 105° % . . . . .	12,81	12,50	11,75	9,88	9,71	5,99	13,71	11,57	11,59	10,98	10,10
Humidité équivalente . . . . .	50,4	30,8	30,1	35,4	25,4	22,8	54,0	33,4	33,7	45,7	34,4
Indice de dispersion . . . . .	33,0	30,1	30,3	27,8	12,6	14,0	28,5	21,9	11,8	17,5	6,3
Indice d'aggrégation . . . . .	79,1	69,4	27,7	78,4	66,5	41,3	80,4	77,0	77,9	92,7	96,3
<i>Matière organique :</i>											
Mat. org. tot. ‰ . . . . .	124,1	40,7	6,3	94,8	31,0	8,2	227	—	38	138	28,3
Azote total ‰ . . . . .	7,06	3,36	0,68	4,84	2,10	0,41	9,81	3,73	2,54	5,95	1,93
C/N . . . . .	10,5	7,0	6,0	11,5	8	11,5	12,4	—	8,15	13,3	8,5
Humus oxalate ‰ . . . . .	7,2	0,5	tr.	7,0	tr.	tr.	21,0	tr.	0,93	2,30	0,05
Humus { précip. ‰ . . . . .				—	—	—	15,5	2,8	2,1	3,2	0,4
Soude { non précip. ‰ . . . . .				—	—	—	4,1	2,3	2,3	8,0	2,2
R . . . . .				—	—	—	79	54,6	47,8	28,8	15,3
<i>Complexe absorbant :</i>											
CaO Ech. — ‰ . . . . .	1,15	0,43	0,50	1,32	0,47	0,51	4,98	0,44	0,74	6,39	0,975
MgO Ech. — ‰ . . . . .	0,33	0,13	0,23	0,27	0,12	0,06	1,17	0,10	0,17	0,653	0,095
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . . . .	0,14	0,05	0,02	0,04	0,08	0,05	0,29	0,02	0,04	0,38	0,04
Cap. Ech. en méq/100 g. . . . .	34,7	18,35	20,7	27,85	12,5	8,4	50,6	25,1	23,7	52,0	22,3
S. en méq/100 g. . . . .	6,03	2,34	2,96	6,12	2,43	2,23	24,14	2,11	3,55	26,82	4,02
V. % . . . . .	17,4	12,7	14,3	22,0	19,4	26,5	47,7	8,4	15,0	51,6	18,0
Acide phosph. ass. ‰ . . . . .	0,08	0,024	0,116	0,028	0,010	0,037	0,099	0,122	0,244	0,010	0,016
Acide phosph. tot. % . . . . .	0,52	0,45	0,55	0,39	0,33	0,71	0,51	0,70	0,59	0,42	
<i>Analyse complète :</i>											
Résidu % . . . . .	16,98	15,52	22,55				14,53	24,64	12,81	2,73	3,68
SiO <sub>2</sub> combinée % . . . . .	6,73	6,06	13,95				9,82	12,77	14,61	12,97	18,59
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	18,0	24,4	22,85				22,1	19,8	28,70	28,70	19,8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	15,6	17,7	18,0				10,5	11,75	12,75	18,70	20,5
TiO <sub>2</sub> % . . . . .	2,30	2,55	2,6				1,85	2,25	2,80	3,05	3,20
MnO % . . . . .	0,13	0,24	0,22				0,25	0,39	0,31	0,37	0,25
Perte au feu % . . . . .	37,24	32,60	20,90				40,82	28,40	27,30	35,05	32,60
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,63	0,41	1,03				0,75	1,09	0,97	0,76	1,58
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,41	0,28	0,67				0,58	0,79	0,78	0,54	0,96

## SOLS ROUGES DE MAHIELAMBO

	24-1	24-2	24-3	40-3
<i>Détermination :</i>				
pH . . . . .	5,9	6,0	6,1	—
<i>Granulométrie :</i>				
Terre fine % . . . . .	98,0	95,0	73,6	
Sable grossier % . . . . .	10,75	9,54	12,57	
Sable fin % . . . . .	13,50	6,82	13,25	
Limon % . . . . .	21,0	13,30	25,23	
Argile % . . . . .	43,87	63,52	43,02	
Humidité 105° % . . . . .	6,57	5,70	5,78	
Humidité équivalente . . . . .	37,7	36,0	33,8	
Indice de dispersion . . . . .	11,1	2,2	2,2	
Indice d'agrégation . . . . .	80,9	79,0	71,3	
<i>Matière organique :</i>				
Mat. org. tot. ‰ . . . . .	41,4	10,7	1,4	
Azote total ‰ . . . . .	2,31	0,45	0,37	
C/N . . . . .	10,2	13,5	3	
Humus oxalate ‰ . . . . .	3,0	tr.	0	
<i>Complexe absorbant :</i>				
CaO Ech. — ‰ . . . . .	0,46	0,45	0,39	
MgO Ech. — ‰ . . . . .	0,02	0,03	0,045	
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . . . .	0,08	0,03	0,07	
Cap. Ech. en még/100 g. . . . .	16,85	15,3	21,7	
S. en még/100 g. . . . .	1,91	1,81	1,76	
V. % . . . . .	11,3	11,8	8,1	
Acide phosph. ass. ‰ . . . . .	0,025	0,016	—	—
Acide phosph. tot. % . . . . .	0,28	0,18	0,15	0,02
<i>Analyse complète :</i>				
Résidu % . . . . .	13,24	14,65	15,29	1,65
SiO <sub>2</sub> combinée % . . . . .	17,68	22,80	26,60	33,03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	34,97	34,57	31,30	38,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	9,25	7,5	9,55	4,75
TiO <sub>2</sub> % . . . . .	1,80	1,55	1,45	0,10
MnO % . . . . .	tr.	0	0	0,09
Perte au feu % . . . . .	25,44	20,59	16,80	20,69
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,86	1,11	1,44	1,44
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,71	0,98	1,21	1,34

## SOLS LATÉRITIQUES JAUNES

	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	22-1	22-2
<i>Détermination :</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
pH . . . . .	6,0	6,0	5,3	5,7	5,7	5,7	5,6	5,9
<i>Granulométrie :</i>								
Terre fine % . . . . .	94,4	95,6	97,6	97,4	96,7	—	92,0	91,0
Sable grossier % . . . . .	21,75	17,20	5,18	39,75	33,11	48,43	—	23,87
Sable fin % . . . . .	12,60	34,35	45,85	29,00	36,60	29,20	—	9,80
Limon % . . . . .	22,90	21,27	32,18	21,25	20,83	15,02	—	21,28
Argile % . . . . .	38,25	24,05	15,07	8,07	6,47	4,15	—	42,02
Humidité 105° % . . . . .	2,93	2,71	1,50	1,86	2,97	3,12	8,36	2,22
Humidité équivalente . . . . .	22,9	22,7	25,6	23,0	16,4	20	73,3	29,3
Indice de dispersion . . . . .	32,1	2,5	1,5	1,7	5,7	—	10,4	74,2
Indice d'aggrégation . . . . .	60,1	66,9	83,1	100	26,4	—	74,3	13,4
<i>Matière organique :</i>								
Mat. org. tot. ‰ . . . . .	15,5	4,1	1,4	0,7	—	—	155	7,6
Azote total ‰ . . . . .	1,07	0,42	0,11	0,06	—	—	5,65	0,39
C/N . . . . .	9	6	7,5	6,5	—	—	15,5	11,2
Humus oxalate ‰ . . . . .	0,61	tr.	tr.	0	0	—	17,4	0,4
Humus { précip. ‰ . . . . .	0,93	0,26	0,25	—	—	—	11,4	1,08
Soude { non précip. ‰ . . . . .	2,61	1,04	0,5	—	—	—	5,4	0,3
R . . . . .	96,2	20	35	—	—	—	68	80
<i>Complexe absorbant :</i>								
CaO Ech. — ‰ . . . . .	0,44	0,44	0,38	0,36	0,56	0,62	0,63	0,25
MgO Ech. — ‰ . . . . .	0,04	0,03	0,045	0,07	0,12	0,17	0,17	0,04
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . . . .	0,01	0,07	0,07	0,09	0,04	0,08	0,11	0,03
Cap. Ech. en méq/100 g. . . . .	6,0	4,3	5,85	4,9	5,0	7,3	24,6	12,3
S. en méq/100 g. . . . .	1,79	1,87	1,72	1,82	2,66	3,22	3,31	1,15
V. % . . . . .	29,8	43,5	29,4	37,1	53,2	44,1	13,4	9,3
Acide phosph. ass. ‰ . . . . .	0,010	0,010	0,011	0,010	0,039	0,043	0,056	0,022
Acide phosph. tot. ‰ . . . . .	0,17	0,17	0,18	0,10	0,17	—	0,28	0,15
<i>Analyse complète :</i>								
Résidu % . . . . .	25,60	23,28	30,24	36,03	32,70	—	29,23	32,96
SiO <sub>2</sub> combinée % . . . . .	21,50	22,34	20,64	19,90	24,10	—	9,10	7,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	26,73	28,40	31,97	27,15	26,73	—	22,77	33,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	11,0	9,25	6,50	5,75	7,75	—	7,25	6,25
TiO <sub>2</sub> % . . . . .	1,4	1,2	1,65	1,30	2,05	—	1,30	1,15
MnO % . . . . .	tr.	tr.	tr.	tr.	0	—	0,02	0,01
Perte au feu % . . . . .	14,16	11,63	10,68	10,38	7,75	—	27,76	13,80
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,35	1,33	1,09	1,24	1,53	—	0,67	0,36
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,07	1,13	0,96	1,09	1,29	—	0,56	0,32

## SOLS BRUN-ROUGE

	11-1	21-0	21-1	21-2	21-3	52-1	52-2	52-3	52-4
	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Détermination :</i>									
pH . . . . .	5,6	5,8	5,9	6,1	6,1	5,6	5,7	5,8	5,5
<i>Granulométrie :</i>									
Terre fine % . . . . .	91,6	99,5	99,5	100	100	96,4	96,8	94,5	100
Sable grossier % . . . . .	9,25	2,16	1,24	0,94	43,0	19,20	8,02	7,70	2,30
Sable fin % . . . . .	8,00	21,10	19,50	20,65	29,9	34,10	22,8	8,10	2,48
Limon % . . . . .	21,88	30,30	37,88	42,22	10,18	20,72	20,83	27,77	34,93
Argile % . . . . .	55,0	38,35	33,42	26,15	4,40	17,00	42,52	49,65	51,87
Humidité 105° % . . . . .	2,69	6,63	7,70	9,87	11,76	3,64	4,71	6,54	7,96
Humidité équival. . . . .	29,7	32,1	39,9	44,2	26,8	25,6	27,6	34,4	34,3
Indice de dispers. . . . .	24,5		2,1	2,9	9,5	34,5	1,9	2,2	0,5
Indice d'agregat. . . . .	80,3		94,4	95,6	9,4	51,1	80,2	79,4	94,2
<i>Matière organique :</i>									
Mat. org. tot. ‰ . . . . .	31,7	13,8	—	2,6	1,7	53,4	11,03	2,07	4,3
Azote total ‰ . . . . .	1,33	0,63	0,32	0,13	0,17	4,37	0,64	0,23	0,30
C/N . . . . .	13	13	—	11,5	6	7	10	5,5	8,3
Humus oxalate ‰ . . . . .	0,68	tr.	tr.	0	0	0,81	tr.	0	0
Humus { précip. ‰ . . . . .	—	0,34	0,32	0,32	0,31	2,94	0,75	0,65	0,60
Soude { non précip. ‰ . . . . .	—	1,40	0,50	0,40	0,30	4,0	0,35	0,07	0,06
R. . . . .	—	17,5	40,0	46	50	42,5	67,5	90	91
<i>Complexe absorbant :</i>									
CaO Ech. — ‰ . . . . .	0,46	1,67	1,015	0,450	0,52	0,68	0,63	0,74	0,71
MgO Ech. — ‰ . . . . .	0,09	0,57	0,77	0,50	0,37	0,11	0,02	0,19	0,16
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . . . .	0,06	0,09	0,03	0,05	0,09	0,04	0,07	0,04	0,04
Cap. Ech. méq/100 g. . . . .	14,0	17,8	21,7	26,1	21,5	12,1	9,3	12,85	18,1
S. en méq/100 g. . . . .	2,22	8,96	7,49	4,19	3,87	3,05	2,49	3,65	3,40
V. % . . . . .	15,8	50,3	34,5	16,0	18,0	25,2	26,8	28,4	18,8
Acide phosp. ass. ‰ . . . . .	0,017	0,044	0,022	0,022	0,100	0,015	0,014	0,058	
Acide phosp. tot. % . . . . .	0,54	0,47	0,41	0,54	0,73	0,28	0,30	0,90	0,30
<i>Analyse complète :</i>									
Résidu % . . . . .	5,89	3,14	0,95	2,61	1,79	15,21	11,20	4,30	5,24
SiO <sub>2</sub> combinée % . . . . .	21,87	19,45	26,74	28,90	32,83	20,14	21,05	16,61	20,70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	25,86	30,98	26,45	23,86	29,60	23,80	25,60	17,30	23,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	23,1	21,75	23,0	22,5	14,8	19,5	21,5	39,70	22,75
TiO <sub>2</sub> % . . . . .	4,1	3,8	3,4	3,6	2,6	3,1	3,0	2,6	3,4
MnO % . . . . .	0,25	0,16	0,18	0,14	0,39	0,14	0,11	0,15	0,22
Perte au feu % . . . . .	18,50	21,00	19,02	19,29	17,50	18,56	16,81	18,52	18,40
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,43	1,07	1,71	2,06	1,89	1,52	1,39	1,63	1,22
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,91	0,73	1,10	1,29	1,43	0,94	0,90	0,66	0,81

## SOLS BRUN-NOIR PIERREUX

	14-1	14-2	14-3
<i>Détermination :</i>			
pH . . . . .	5,9	6,2	5,7
<i>Granulométrie :</i>			
Terre fine % . . . . .	98,7	94,5	79,7
Sable grossier % . . . . .	4,28	7,35	4,42
Sable fin % . . . . .	18,33	23,60	19,25
Limon % . . . . .	20,62	24,56	20,88
Argile % . . . . .	44,20	36,62	37,87
Humidité 105° % . . . . .	6,19	6,11	8,10
Humidité équivalente . . . . .	30,0	31,8	36,5
<i>Matière organique :</i>			
Mat. org. tot. ‰ . . . . .	63,8	17,9	4,8
Azote total ‰ . . . . .	1,84	1,28	0,53
C/N . . . . .	20	8,6	5,5
Humus oxalate ‰ . . . . .	0,73	tr.	tr.
Humus { précip. ‰ . . . . .	1,83	0,32	0,30
Soude { non précip. ‰ . . . . .	1,22	1,03	0,48
R . . . . .	60	24	35
<i>Complexe absorbant :</i>			
CaO Ech. — ‰ . . . . .	1,87	1,34	1,81
MgO Ech. — ‰ . . . . .	0,39	0,22	0,21
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . . . .	0,07	0,13	0,04
Cap. Ech. en méq/100 g. . . . .	18,4	15,3	19,5
S. en méq/100 g. . . . .	8,73	6,14	7,56
V. % . . . . .	47,4	40,1	38,8
Acide phosph. ass. ‰ . . . . .	0,028	0,015	0,019
Acide phosph. tot. % . . . . .	0,25	0,42	0,30
<i>Analyse complète :</i>			
Résidu % . . . . .	13,00	7,74	8,92
SiO <sub>2</sub> combinée % . . . . .	22,30	23,35	24,28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	21,30	27,4	24,8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	19,75	20,5	20,75
TiO <sub>2</sub> % . . . . .	3,00	3,1	3,6
MnO % . . . . .	0,50	0,45	0,39
Perte au feu % . . . . .	19,63	17,63	15,60
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,79	1,45	1,66
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,11	0,98	1,08

## SOL DE BEMANEVIKA

	37-1	37-2	37-3	37-4	37-5
<i>Détermination :</i>					
pH. . . . .	5,5	6,2	6,0	6,0	5,9
<i>Granulométrie :</i>					
Terre fine % . . . . .					
Sable grossier % . . . . .	13,75	15,50	38,0	17,75	33,0
Sable fin % . . . . .	25,4	25,20	20,5	28,8	36,1
Limon % . . . . .	22,5	32,50	6,8	33,5	16,2
Argile % . . . . .	18,3	8,42	22,6	8,5	6,1
Humidité 105° % . . . . .	10,17	12,77	10,73	9,21	8,41
Humidité équivalente. . . . .	52,2	41,3	37,9	38,9	38,4
Indice de dispersion . . . . .	41,4	27,8	15,8	25,9	11,3
Indice d'aggrégation. . . . .	65,9	60,4	19,8	45,2	9,5
<i>Matière organique :</i>					
Mat. org. tot. ‰ . . . . .	97,9	55,7	13,6	21,6	1,7
Azote total ‰ . . . . .	6,42	4,59	1,10	1,39	0,16
C/N . . . . .	9,0	7,2	7,3	9,1	6,3
Humus oxalate ‰ . . . . .	7,30	2,00	0,20	tr.	tr.
<i>Complexe absorbant :</i>					
CaO Ech. — ‰ . . . . .	0,78	0,415	0,39	0,73	1,82
MgO Ech. — ‰ . . . . .	0,15	0,05	0,10	0,22	0,85
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . . . .	0,05	0,06	0,04	0,075	0,075
Cap. Ech. en még/100 g. . . . .	47,6	26,2	28,3	23,6	38,0
S. en még/100 g. . . . .	3,63	1,86	1,97	3,85	10,86
V. ‰ . . . . .	7,6	7,1	7,0	16,3	28,6
Acide phosph. ass. ‰ . . . . .	0,104	0,048	0,081	0,066	
Acide phosph. tot. ‰ . . . . .	0,78	0,68	0,79	0,66	0,86
<i>Analyse complète :</i>					
Résidu % . . . . .	19,1	17,7	25,0	12,9	8,85
SiO <sub>2</sub> combinée % . . . . .	9,4	9,8	9,9	15,75	26,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	15,7	27,0	19,7	26,8	26,4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	15,5	13,2	17,0	18,5	16,25
TiO <sub>2</sub> % . . . . .	2,3	2,1	2,2	2,6	2,3
MnO % . . . . .	0,25	0,20	0,30	0,27	0,31
Perte au feu % . . . . .	35,8	30,3	24,75	22,7	19,1
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,02	0,61	0,84	1,00	1,68
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,61	0,47	0,55	0,60	1,21

## SOLS DE MARAIS

	5-1	5-2	8-1	8-2	50-1	50-2	50-3
<i>Détermination :</i>							
pH . . . . .	5,8	5,7	5,6	5,6	5,4	6,2	6,6
<i>Granulométrie :</i>							
Terré fine % . . . . .	100	100	97,7	93,0	100	99,3	93,4
Sable grossier % . . . . .	29,33	9,36	12,50	38,50	3,73	12,50	18,50
Sable fin % . . . . .	40,70	59,6	27,90	14,10	6,50	5,10	7,65
Limon % . . . . .	10,25	16,52	11,90	19,25	28,40	9,60	12,20
Argile % . . . . .	14,32	10,8	35,27	24,80	46,50	66,70	56,70
Humidité 105° % . . . . .	3,03	3,01	5,53	1,80	5,40	5,18	4,59
Humidité équivalente . . . . .	39,9	30,3	50,6	18,8	48,2	33,3	28,6
Indice de dispersion . . . . .	93,0	76,6	—	50,5	30,5	37,8	86,2
Indice d'aggrégation . . . . .	0	51,5	—	15,1	92,0	28,7	7,0
<i>Matière organique :</i>							
Mat. org. tot. ‰ . . . . .	17,2	7,1	68,9	15,5	94,8	8,95	3,45
Azote total ‰ . . . . .	1,32	0,62	2,63	0,89	5,86	0,71	0,49
C/N . . . . .	7,7	6,8	15	10,5	9,4	7,3	4,1
Humus oxalate ‰ . . . . .	0,97	0,64	8,70	1,5	9,95	0,31	0
<i>Complexes absorbant :</i>							
CaO Ech. — ‰ . . . . .	1,16	0,67	1,02	0,58	1,75	2,90	2,83
MgO Ech. — ‰ . . . . .	0,39	0,17	0,17	0,05	0,31	0,76	0,51
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . . . .	0,02	0,015	0,04	0,04	0,11	0,10	0,15
Cap. Ech. en méq/100 g. . . . .	10,4	9,1	27,0	9,7	35,70	29,3	18,3
S en méq/100 g. . . . .	6,09	3,30	4,55	2,39	8,00	14,30	12,92
V % . . . . .	58,5	36,2	16,8	24,6	22,4	48,8	70,6
Acide phosph. ass. ‰ . . . . .	0,096	0,070	0,223	0,094	0,061	0,017	0,025
Acide phosph. tot. % . . . . .						0,07	0,08
<i>Analyse complète :</i>							
Résidu % . . . . .						21,8	32,85
SiO <sub>2</sub> combinée % . . . . .						27,54	23,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .						27,73	24,82
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .						5,5	4,0
TiO <sub>2</sub> % . . . . .						1,8	1,9
MnO % . . . . .						tr.	tr.
Perte au feu % . . . . .	14,51	15,09	28,45	9,97	20,53	16,45	13,26
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .						1,69	1,64
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .						1,50	1,43



## SOLS DE MARAIS

	9-1	9-2	9-3	9-4	9-5	9-6	29-1	29-2	29-3
	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Détermination :</i>									
pH . . . . .	5,4	5,4	5,6	5,5	5,5	5,2	5,7	6,1	6,2
<i>Granulométrie :</i>									
Terre fine % . . . . .	100	100	100	100	100	99,4	100	100	100
Sable grossier % . . . . .	3,90	—	—	0,95	1,75	1,52	1,05	18,82	8,82
Sable fin % . . . . .	29,70	—	—	30,8	32,5	8,88	3,20	10,80	44,80
Limon % . . . . .	14,48	—	—	9,47	10,15	32,88	24,43	42,40	22,10
Argile % . . . . .	36,27	—	—	45,0	44,05	51,47	57,62	20,50	19,42
Humidité 105° % . . . . .	6,65	9,03	9,30	5,75	6,23	3,56	7,43	5,30	4,18
Humidité équival. . . . .	55,4	63,8	57,0	46,3	52,7	33,5	52,2	41,5	25,5
Indice de dispers. . . . .	23,4	—	—	—	—	34,4	55,6	72,9	59,0
Indice d'agregat. . . . .	93,0	—	—	—	—	95,2	96,7	13,2	0
<i>Matière organique :</i>									
Mat. org. tot. ‰ . . . . .	89,65	179,3	137,9	80	52,4	16,9	62,05	22,05	6,82
Azote total ‰ . . . . .	7,83	8,41	9,05	5,56	4,28	1,45	3,18	1,79	0,43
C/N. . . . .	6,6	12,5	8,8	8,3	7,1	7,0	11,5	7,1	9,2
Humus oxalate ‰ . . . . .	13,2	8,45	6,8	tr.	0	0	5,12	2,16	0,34
Humus { précip. ‰ . . . . .	15,6	11,3	10	8,8	13,2	—	—	—	—
Soude { non précip. ‰ . . . . .	2,4	5,5	6,2	2,8	5,6	—	—	—	—
R. . . . .	86,8	67,2	62,5	75,5	70	—	—	—	—
<i>Complexe absorbant :</i>									
CaO Ech. — ‰ . . . . .	0,365	0,47	0,40	0,46	0,58	0,45	1,86	1,41	2,00
MgO Ech. — ‰ . . . . .	0,09	0,19	0,11	0,08	0,09	0,09	0,60	0,38	0,61
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . . . .	0,04	0,06	0,12	0,09	0,05	0,06	0,07	0,245	0,13
Cap. Ech. méq/100 g. . . . .	34,0	42,85	38,7	28,7	27,6	20,0	26,7	19,9	16,0
S. en méq/100 g. . . . .	1,82	2,74	2,22	2,23	2,62	2,18	9,75	7,42	10,42
V. % . . . . .	5,3	6,4	5,7	7,8	9,5	10,9	36,5	37,3	65,1
Acide phosph. ass. ‰ . . . . .	0,090	0,058	0,188	0,108	0,101	0,013	0,334	0,645	0,051
Acide phosph. tot. ‰ . . . . .						0,15			
<i>Analyse complète :</i>									
Résidu % . . . . .						23,91			
SiO <sub>2</sub> combinée % . . . . .						21,80			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .						32,1			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .						2,0			
TiO <sub>2</sub> % . . . . .						1,25			
MnO % . . . . .						0			
Perte au feu % . . . . .	34,58	50,28	50,68	30,94	26,02	18,62	24,58	16,30	9,24
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .						1,15			
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .						1,10			

## SOLS DE MARAIS

	16-1	16-2	16-3	16-4	16-5	62-1	62-2	62-3
<i>Détermination :</i>								
pH . . . . .	5,2	4,9	4,5	5,0	5,6	5,4	4,9	5,8
<i>Granulométrie :</i>								
Terre fine % . . . . .	99,5	100	100	100	95,4	100	100	100
Sable grossier % . . . . .	1,67	1,45	0,47	8,32	—	8,35	3,90	4,55
Sable fin % . . . . .	9,9	30,8	32,1	30,3	—	10,10	37,1	43,2
Limon % . . . . .	24,65	25,10	26,45	32,98	—	45,45	38,4	24,53
Argile % . . . . .	45,62	30,27	24,47	17,92	—	26,65	10,57	22,77
Humidité 105° % . . . . .	7,41	6,75	7,40	4,69	2,64	3,91	5,43	3,63
Humidité équivalente . . . . .	45,4		49,1	37,0	24,7	55,6		32,4
Indice de dispersion . . . . .	19,5	38,9	39,8	43,0	—	47,2	—	36,6
Indice d'agrégation . . . . .	96,7	97,3	97,9	82,8	—	93,7	—	43,1
<i>Matière organique :</i>								
Mat. org. tot. ‰ . . . . .	106,9	56,55	91,0	57,9	13,1	55,2	45,5	12,8
Azote total ‰ . . . . .	5,88	5,42	7,54	3,60	1,08	5,02	3,63	0,54
C/N . . . . .	10,5	6,1	7	9	7	6,4	7,3	14
Humus oxalate ‰ . . . . .	4,05	4,75	6,50	0,95	0,05	12,0	4,66	0,9
Humus { précip. ‰ . . . . .	22,9	11,4	8,0	8,5	2,6	14,6	3,48	0,96
Soude { non précip. ‰ . . . . .	2,3	2,4	1,6	1,1	3,0	4,8	1,32	0,45
R . . . . .	90,8	82,5	82,8	88,7	46	75	70,4	68
<i>Complexe absorbant :</i>								
CaO Ech. — ‰ . . . . .	1,04	2,77	2,82	2,04	0,92	1,72	1,04	0,67
MgO Ech. — ‰ . . . . .	0,21	0,41	0,38	0,40	0,20	0,47	0,32	0,30
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . . . .	0,055	0,04	0,05	0,09	0,17	0,10	0,095	0,08
Cap. Ech. en méq/100 g. . . . .	35,7	38,4	38,7	22,7	13,4	37,85	31,25	25,85
S. en méq/100 g. . . . .	4,86	11,97	12,01	9,43	4,63	8,66	5,49	4,04
V. % . . . . .	13,6	31,2	31,0	41,5	34,5	22,9	17,5	15,6
Acide phosph. ass. ‰ . . . . .	0,119	0,091	0,057	0,103	—	0,208	0,288	0,292
Acide phosph. tot. % . . . . .					0,26			0,13
<i>Analyse complète :</i>								
Résidu % . . . . .					43,49			27,72
SiO <sub>2</sub> combinée % . . . . .					14,16			21,88
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .					20,79			26,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .					8,25			10,0
TiO <sub>2</sub> % . . . . .					1,50			1,15
MnO % . . . . .					tr.			0,04
Perte au feu % . . . . .	31,91	31,08	32,44	23,23	12,56	24,58	16,30	11,67
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .					1,16			1,38
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .					0,92			1,12

## SOLS GRIS A TACHES ROUILLE

	15-1	15-2	15-3	15-4	19-1	19-2	19-3
<i>Détermination :</i>							
pH . . . . .	5,4	5,5	5,6	6,0	5,6	5,7	6,0
<i>Granulométrie :</i>							
Terre fine % . . . . .	99,6	97,8	93,0	97	99	97,7	90,5
Sable grossier % . . . . .	2,77	20,4	40,9	27,2	8,85	16,6	22,9
Sable fin % . . . . .	24,70	12,7	11,5	23,3	31,7	21,1	27,7
Limon % . . . . .	7,65	20,6	19,5	8,0	24,3	26,65	13,78
Argile % . . . . .	47,52	40,6	25,8	38,3	26,4	30,95	33,47
Humidité 105° % . . . . .	6,28	3,3	1,7	2,97	4,61	3,70	1,90
Humidité équivalente . . . . .	50,4	26,2	10,6	18,4	42,7	—	19,9
Indice de dispersion . . . . .	42,0	53,1	61,8	54,5	46,8	56,8	63,2
Indice d'agrégation . . . . .	94,2	40,3	0	0	77,5	35,1	2,9
<i>Matière organique :</i>							
Mat. org. tot. ‰ . . . . .	110,3	24,1	5,5	1,7	41,4	9,65	2,6
Azote total ‰ . . . . .	5,57	1,38	0,62	0,31	3,31	0,74	0,32
C/N . . . . .	11,5	10,1	5	3,5	7,3	8,0	5
Humus oxalate ‰ . . . . .	9,2	0,6	tr.	0	4,38	tr.	tr.
Humus { précip. ‰ . . . . .					10,30	1,86	1,52
Soude { non précip. ‰ . . . . .					3,86	0,39	0,1
R . . . . .					78,2	83,1	92,5
<i>Complexe absorbant :</i>							
CaO Ech. — ‰ . . . . .	0,93	1,17	0,78	0,745	0,83	0,79	0,73
MgO Ech. — ‰ . . . . .	0,15	0,19	0,16	0,41	0,18	0,24	0,225
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . . . .	0,07	0,05	0,10	0,07	0,07	0,04	0,05
Cap. Ech. méq/100 g. . . . .	35	17,85	8,1	10,3	19,3	9,85	9,35
S. méq/100 g. . . . .	4,20	5,21	3,78	4,83	3,99	4,08	3,83
V % . . . . .	12,0	29,1	46,6	46,9	20,7	41,4	40,9
Acide phosph. ass. ‰ . . . . .	0,098	0,069	0,089	0,048	0,046	0,014	0,022
Acide phosph. tot. % . . . . .	0,25	0,09	0,09	0,05	0,05		
<i>Analyse complète :</i>							
Résidu % . . . . .	21,36	46,92	51,96	40,03			
SiO <sub>2</sub> combinée % . . . . .	28,56	20,37	11,21	14,89			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	23,95	11,4	26,8	30,5			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	5,0	5,75	2,75	3,50			
TiO <sub>2</sub> % . . . . .	1,0	1,15	1,80	1,45			
MnO % . . . . .	0,06	0,13	0,08	0,10			
Perte au feu % . . . . .	18,4	13,2	6,3	8,6			
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,02	3,32	0,71	0,83			
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,79	2,51	2,68	0,79			

## SOLS GRIS A TACHES ROUILLE

	20-1	20-2	20-3	30-1	30-2	30-3	30-4
<i>Détermination :</i>							
pH. . . . .	5,4	5,3	5,5	5,4	5,7	5,6	6,0
<i>Granulométrie :</i>							
Terre fine % . . . . .	97,6	93	89	100	92,3	96,5	96
Sable grossier % . . . . .	4,75	47,15	28,0	9,01	31,68	32,06	32,58
Sable fin % . . . . .	26,10	15,10	8,00	9,90	14,80	24,70	8,3
Limon % . . . . .	10,05	9,15	13,87	39,87	16,91	7,68	19,98
Argile % . . . . .	34,95	26,35	46,82	32,90	33,35	35,42	36,57
Humidité 105° % . . . . .	7,57	1,59	2,87	4,90	2,47	2,50	2,26
Humidité équivalente. . . . .	69,7	13,0	23,3	49,5	21,9	18,8	19,2
Indice de dispersion . . . . .	46,5	100	2,8	38,8	56,4	42,9	25,0
Indice d'agrégation. . . . .	84,8	0	92,4	75,4	22,4	21,0	4,7
<i>Matière organique :</i>							
Mat. org. tot. % . . . . .	165,8	6,9	4,1	34,5	7,6	6,4	3,4
Azote total % . . . . .	9,44	0,45	—	3,37	1,03	0,76	0,46
C/N . . . . .	10,5	8,0	—	5,8	4,4	5,0	4,5
Humus oxalate % . . . . .	4,0	tr.	tr.	1,3	tr.	tr.	tr.
Humus { précip. % . . . . .	8,54	0,75	0,72	5,3	0,68	0,6	0,26
Soude { non précip. % . . . . .	3,72	0,21	0,24	4,1	0,60	1,0	0,6
R . . . . .	69,5	78,2	75	56,3	52,3	38	30
<i>Complexe absorbant :</i>							
CaO Ech. — % . . . . .	0,36	0,32	0,38	0,86	0,59	0,54	0,56
MgO Ech. — % . . . . .	0,06	0,03	0,04	0,3	0,177	0,192	0,174
K <sub>2</sub> O Ech. — % . . . . .	0,05	0,03	0,05	0,04	0,09	0,025	0,07
Cap. Ech. méq/100 g. . . . .	32,2	4,0	9,7	17,85	9,14	6,71	6,28
S. méq/100 g. . . . .	1,69	1,35	1,66	4,63	3,17	2,92	3,00
V % . . . . .	5,2	33,7	17,1	25,9	34,7	43,5	47,8
Acide phosph. ass. % . . . . .	0,018	0,022	0,031	0,066	0,013	0,010	0,008

## SOLS GRIS A TACHES ROUILLE

	53-1	53-2	53-3	56-1	56-2	56-3	57-1	57-2	57-3
<i>Détermination :</i>									
pH . . . . .	5,5	5,4	5,5	5,7	5,8	5,6	5,0	5,4	5,6
<i>Granulométrie :</i>									
Terre fine % . . . .	95	100	95,3	96	74	100	100	100	100
Sable grossier % . .	17,30	5,21	25,20	34,35	78,05	9,95	1,59	6,75	11,90
Sable fin % . . . .	28,1	8,8	33,6	12,00	14,1	15,1	33,2	53,5	48,0
Limon % . . . . .	21,05	17,35	17,75	9,95	3,73	29,50	26,95	6,15	15,35
Argile % . . . . .	22,9	62,30	20,30	32,55	2,77	40,75	31,15	31,25	19,85
Humidité 105° % . .	7,23	5,42	2,82	3,75	0,63	4,07	2,03	1,80	4,66
Humidité équival. . .	39,8	32,9	18,6	31,9	3,4	34,1	50,8	16,4	26,2
Indice de dispersion .	37,7	25,5	32,7	26,0	63,0	49,9	14,1	25,3	26,8
Indice d'aggrégation .	47,0	83,3	0	12,3	19,5	12,7	92,9	80,0	0
<i>Matière organique :</i>									
Mat. org. tot. ‰ . .	34,5	9,65	2,6	64,8	6,9	5,9	17,93	5,5	2,6
Azote total ‰ . . .	2,70	1,63	0,35	4,02	0,31	0,66	5,92	0,31	0,29
C/N. . . . .	7,4	4,0	4,5	9,4	13	5	17,6	10,5	5,2
Humus oxalate ‰ . .	0,78	tr.	tr.	5,00	0,39	tr.	8,28	0,48	0,38
Humus { précip. ‰ .	3,86	1,36	1,08				3,54	0,72	0,60
Soude { non précip. ‰	4,4	0,6	0,5				0,90	0,03	0,01
R. . . . .	46,5	72	69				78	96,6	98
<i>Complexe absorbant :</i>									
CaO Ech. — ‰ . . .	0,98	0,67	0,63	1,65	0,65	1,15	1,13	0,88	1,65
MgO Ech. — ‰ . . .	0,18	0,13	0,18	0,28	0,13	0,66	0,08	0,18	0,75
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . .	0,06	0,02	0,06	0,30	0,03	0,05	0,16	0,05	0,14
Cap. Ech. méq/100 g. .	23,7	23,8	12,8	22,4	8,1	35,3	35,70	8,10	19,6
S. en méq/100 g. . .	4,51	3,06	3,26	7,90	3,01	7,47	4,76	4,13	9,89
V. % . . . . .	19,0	12,9	25,5	35,3	37,2	21,2	13,3	51,0	50,4
Acide phosp. ass. ‰ .	0,025	0,010	0,008	0,129	0,013	0,017	0,114	0,014	0,013
<i>Analyse complète :</i>									
Perte au feu % . . .	20,75	16,21	8,45	15,05	2,35	16,03	21,89	5,39	9,79

SOLS GRIS A TACHES ROUILLE<sup>1</sup>

	32-1	32-2	32-3	32-4	32-5
<i>Détermination :</i>					
pH. . . . .	5,6	6,1	6,6	6,4	5,5
<i>Granulométrie :</i>					
Terre fine % . . . . .	96	100	97,4	99,4	95,2
Sable grossier % . . . . .	25,67	29,35	28,22	18,87	16,37
Sable fin % . . . . .	32,1	26,0	17,60	19,8	16,9
Limon % . . . . .	18,83	11,85	12,85	6,62	11,0
Argile % . . . . .	19,87	30,12	38,60	51,75	51,77
Humidité 105° % . . . . .	3,5	2,50	2,33	2,96	3,96
Humidité équivalente. . . . .	25,1	18,0	22,3	31,1	39,3
Indice de dispersion . . . . .	49,3	43,8	60,2	68,9	75,3
Indice d'agrégation. . . . .	31,0	0	0	0	13,1
<i>Matière organique :</i>					
Mat. org. tot. ‰ . . . . .	33,1	2,0	4,1	—	—
Azote total ‰ . . . . .	2,30	0,43	0,38	0,42	0,26
C/N . . . . .	8,3	3	6	—	—
Humus oxalate ‰ . . . . .	4,0	0	0	0	0
<i>Complexe absorbant :</i>					
CaO Ech. — ‰ . . . . .	0,73	0,72	0,75	0,72	0,60
MgO Ech. — ‰ . . . . .	0,14	0,40	0,52	0,51	0,42
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . . . .	0,03	0,02	0,02	0,025	0,065
Cap. Ech. en méq/100 g. . . . .	11,8	7,35	7,14	10,0	9,7
S. en méq/100 g. . . . .	3,35	4,58	5,29	5,14	4,36
V. % . . . . .	28,4	62,3	74,1	51,4	44,9
Acide phosph. ass. ‰ . . . . .	0,025	0,014	0,014	0,028	0,026
Acide phosph. tot. ‰ . . . . .	0,15	0,08	0,08	—	—
<i>Analyse complète :</i>					
Résidu % . . . . .	61,77	59,46	53,96	—	—
SiO <sub>2</sub> combinée % . . . . .	11,84	14,28	16,35	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7,60	11,1	14,0	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	6,40	6,40	5,40	—	—
TiO <sub>2</sub> % . . . . .	1,0	1,05	1,10	—	—
MnO % . . . . .	0	0,04	tr.	—	—
Perte au feu % . . . . .	11,31	7,60	8,89	11,89	13,93
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,65	2,17	1,98	—	—
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,01	1,68	1,68	—	—



	BETRONTANY					PODZOL				
	33-1	33-2	33-3	34-4	12-1	12-2	12-3	12-4	12-5	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Détermination :</i>										
pH . . . . .	5,5	5,6	5,5	5,6	5,5	5,7	6	5,7	5,8	
<i>Granulométrie :</i>										
Terre fine % . . . .	98,9	100	100	100	—	—	—	—	—	
Sable grossier % . .	2,45	0,43	—	0,31	20,20	21,5	19,9	—	68,0	
Sable fin % . . . .	7,0	11,5	—	7,4	25,7	51,4	58,4	—	26,8	
Limon % . . . . .	41,65	39,10	—	26,22	15,4	9,3	10,5	—	2,1	
Argile % . . . . .	37,67	43	—	57,4	29,8	15,7	10,2	—	1,8	
Humidité 105° % . .	5,46	4,29	7,38	4,17	2,8	1,5	0,86	0,60	0,80	
Humidité équival. . .	52,4	48,8			24,9	19,3	10,2	2,7	3,5	
Indice de dispers. . .	32,5	55,6		55,0	36,6	75,4	79,1	47,6	—	
Indice d'agrégation .	94,0	97,5			39,6	0	0	0	0	
<i>Matière organique :</i>										
Mat. org. tot. ‰ . .	57,6	17,2	144,8	44,8	61,2	6,1	1,7	2,5	3,6	
Azote total ‰ . . .	3,61	0,76	5,79	1,41	1,70	0,48	0,17	—	0,11	
C/N. . . . .	9,3	13	14,4	18	21	7,5	5,6	—	22	
Humus oxalate ‰ . .	1,95	0,41	2,45	1,35	12,0	0,325	tr.	0	0,336	
Humus { précip. ‰ . .					8,6	0,65	0,67	0,77	0,62	
Soude { non précip. ‰ .					1,1	0,29	0,19	0,07	0,20	
R. . . . .					88,8	69	76	91	76	
<i>Complexe absorbant :</i>										
CaO Ech. ‰ . . . .	0,95	0,84	0,99	0,75	1,20	0,97	0,88	0,43	0,39	
MgO Ech. — ‰ . . .	0,30	0,35	0,23	0,17	0,144	0,064	0,112	0,035	0,038	
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . .	0,15	0,10	0,14	0,03	0,005	0,027	0,006	0,017	0,023	
Cap. Ech. méq/100 g.	18,7	22,4	41,2	17,1	15,2	7,35	6,6	5,1	3,3	
S. méq/100 g. . . . .	5,19	4,86	4,96	3,57	4,99	3,83	3,70	1,74	1,63	
V. % . . . . .	27,7	21,7	12,0	20,9	32,8	52,1	56,1	34,1	49,4	
Acide phosph. ass. ‰	0,151	0,078	1,450	0,037	0,027	0,018	0,002	0,067	0,017	
<i>Analyse complète :</i>										
Perte au feu % . . .	20,63	15,93	26,27	15,03						



## ALLUVIONS JAUNES

	28-1	28-2	58-1	58-2	61-1	61-2	63-1	63-2
<i>Détermination :</i>								
pH . . . . .	5,3	6,0	5,2	5,8	5,4	5,7	5,6	5,8
<i>Granulométrie :</i>								
Terre fine % . . . . .	100	100	98,0	94,6	90,5	98,5	100	100
Sable grossier % . . . . .	4,04	3,30	12,85	13,37	21,30	36,70	4,7	4,4
Sable fin % . . . . .	23,40	7,42	27,4	11,5	22,80	23,40	37,2	24,5
Limon % . . . . .	25,81	19,30	32,40	19,0	34,40	22,08	24,3	22,8
Argile % . . . . .	38,14	60,17	16,32	52,20	11,45	13,17	20,87	42,47
Humidité 105° % . . . . .	4,97	8,86	3,46	3,21	3,51	3,59	9,97	5,33
Humidité équivalente . . . . .	35,1	30,3	40,9	26,5	31,7		28,1	32,9
Indice de dispersion . . . . .	21,2	19,1	27,7	32,1	53,9	65,9		2,7
Indice d'aggrégation . . . . .	91,0	93,2	72,2	57,0	45,5	18,4		85,0
<i>Matière organique :</i>								
Mat. org. tot. ‰ . . . . .	36,2	8,2	75,8	7,4	65,5	10,7	29,0	5,5
Azote total ‰ . . . . .	2,75	1,44	3,44	0,77	2,42	0,70	2,37	0,64
C/N . . . . .	7,8	4,0	13	5,6	15,5	8,8	7,3	5,4
Humus oxalate ‰ . . . . .	1,14	0,42	4,52	0,34	5,28	0,40	1,23	tr.
Humus { précip. ‰ . . . . .	0,84	0,55						
Soude { non précip. ‰ . . . . .	1,9	0,45						
R . . . . .	31	55,2						
<i>Complexe absorbant :</i>								
CaO Ech. — ‰ . . . . .	1,14	0,44	0,93	0,925	1,435	1,12	1,46	0,53
MgO Ech. — ‰ . . . . .	0,82	0,58	0,15	0,19	0,27	0,245	0,58	0,36
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . . . .	0,18	0,075	0,038	0,040	0,075	0,09	0,10	0,05
Cap. Ech. en méq/100 g. . . . .	24,4	33,8	21,7	15,7	22,0	10,4	19,0	19,5
S. en méq/100 g. . . . .	8,51	4,61	4,13	4,31	6,61	5,29	8,29	3,78
V. % . . . . .	34,9	13,6	19,0	27,5	30,0	51,8	43,6	19,4
Acide phosph. ass. ‰ . . . . .	0,025	0,019	0,037	0,001	0,076	0,023	0,014	0,018
Acide phosph. tot. % . . . . .	0,29	0,29			0,19	0,09		
<i>Analyse complète :</i>								
Résidu % . . . . .	18,64	18,56			42,54	50,74		
SiO <sub>2</sub> combinée % . . . . .	21,55	19,63			18,20	14,12		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	26,9	31,4			15,5	17,2		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	9,75	10,5			7,2	7,2		
TiO <sub>2</sub> % . . . . .	1,80	1,55			1,05	1,35		
MnO % . . . . .	0,43	0,04			0,10	0,06		
Perte au feu % . . . . .	21,35	19,26	19,76	13,92	15,85	8,67	16,57	16,79
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,36	1,06			2,0	1,4		
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,11	0,88			1,54	1,10		

## BAIBOHO

	1-1	1-2	1-3	1-4	3-0	3-1	3-2
<i>Détermination :</i>							
pH. . . . .	5,7	5,6	5,9	5,7	5,6	6,0	5,6
<i>Granulométrie :</i>							
Terre fine % . . . .	97,1	99,5	99,6	97,1	99,1	94,3	99,8
Sable grossier % . . .	31,6	11,28	9,25	21,08	5,45	52,9	2,05
Sable fin % . . . . .	44,1	72,2	22,9	44,5	9,4	28,9	20,2
Limon % . . . . .	13,13	9,13	39,95	17,30	46,05	8,9	25,3
Argile % . . . . .	7,52	4,05	24,05	14,17	25,75	6,7	42,7
Humidité 105° % . .	2,23	2,38	3,58	1,72	3,97	1,70	3,51
Humidité équivalente.	21,5	22,2		20,6	46,1	15,4	47,3
Indice de dispersion .	65,5	45,6		50,0	59,8	44,8	42,3
Indice d'aggrégation. .	0	50,2		67,6	82,6		96,6
<i>Matière organique :</i>							
Mat. org. tot. ‰ . .	13,8	9,65	12,0	12,0	93,8	9,0	62,0
Azote total ‰ . . .	0,79	0,44	0,64	0,36	2,83	0,13	1,62
C/N . . . . .	10	12,7	11	18	19,5	20,0	22,5
Humus oxalate ‰ . .	0,255	0,14	0,20	0,17	0,54	0,16	0,80
<i>Complexe absorbant :</i>							
CaO Ech. — ‰ . . .	0,80	0,59	0,685	0,51	1,75	0,67	0,47
MgO Ech. — ‰ . . .	0,12	0,045	0,10	0,10	0,40	0,15	0,06
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . .	0,02	0,04	0,02	0,01	0,12	0,06	0,02
Cap. Ech. méq/100 g. .	7,6	7,4	12,1	5,9	14,4	7,3	17,0
S. méq/100 g. . . . .	3,48	2,40	2,98	2,34	8,46	3,25	2,01
V. % . . . . .	45,8	32,4	24,6	39,6	58,7	44,5	11,8
Acide phosph. ass. ‰ .	0,032	0,026	0,030	0,048	0,208	0,170	0,221
Perte au feu % . . .	9,72	9,18	8,72	8,27	19,03	7,43	19,31

## BAIBOHO

	13-1	13-2	13-3	13-4	7-1	7-2	7-3	25-1	25-2
<i>Détermination :</i>									
pH . . . . .	5,6	5,5	5,4	5,6	5,8	6,0	6,7	6,0	6,5
<i>Granulométrie :</i>									
Terre fine % . . . .	99,5	97,7	98,2	99,0	100	97,7	56,9	100	92,6
Sable grossier % . .	2,6	13,9	5,45	6,0	5,8	7,2	70,7	2,4	17,0
Sable fin % . . . .	12,0	26,2	30,8	20,3	44,7	64,6	19,7	46,1	28,4
Limon % . . . . .	32,8	25,7	23,05	26,75	25,38	15,48	5,72	15,8	22,3
Argile % . . . . .	40,55	28,7	29,6	42,7	18,02	9,22	3,10	25,0	24,5
Humidité 105° % . .	6,86	3,43	4,16	3,55	3,29	2,47	0,47	7,87	6,79
Humidité équival. . .	46,7	33,1	33,9	28,1	31,3	22,4	3,2	44,5	28,4
Indice de dispersion .		47,5	48,1	39,5	54,3	38,8	—	26,7	6,5
Indice d'aggrégation .		32,5	46,8	85,1	70,1	31,6	5,3	86,5	71,0
<i>Matière organique :</i>									
Mat. org. tot. % . .	51,7	20,7	18,9	7,2	28,3	9,7	2,75	28,3	9,65
Azote total % . . . .	3,54	0,94	0,73	1,05	1,27	0,48	0,18	1,02	0,34
C/N. . . . .	8,7	13	15	11	12,5	12	9	14	9
Humus oxalate % . .	1,71	1,17	0,47	0,43	0,265	0,13	0,10	0,21	0,06
Humus { précip. % . .								1,5	1,35
Soude { non précip. % .								1,3	0,40
R. . . . .								55	78
<i>Complexe absorbant :</i>									
CaO Ech. — % . . . .	2,01	1,14	1,12	1,20	1,13	1,11	0,51	1,30	1,18
MgO Ech. — % . . . .	0,68	0,29	0,27	0,36	0,34	0,38	0,11	0,77	0,72
K <sub>2</sub> O Ech. — % . . . .	0,055	0,06	0,14	0,07	0,09	0,03	0,01	0,08	0,15
Cap. Ech. méq/100 g.	32,0	27,0	20,9	24,0	15,1	10,7	3,9	27,4	13,85
S. méq/100 g. . . . .	10,65	5,63	5,63	6,20	5,90	5,89	2,39	8,62	8,09
V. % . . . . .	33,3	20,8	26,9	25,8	39,1	55,0	61,3	31,4	58,4
Acide phosph. ass. % .	0,119	0,037	0,162	0,123	0,027	0,025	0,014	0,038	0,039
Acide phosph. tot. % .				0,10					
<i>Analyse complète :</i>									
Résidu % . . . . .				39,3					
SiO <sub>2</sub> combinée % . . .				18,5					
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .				17,35					
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .				7,0					
TiO <sub>2</sub> % . . . . .				1,65					
MnO % . . . . .				0,06					
Perte au feu % . . . .				15,56	13,40	10,80	2,30	20,69	22,34
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .				1,81					
SiO <sub>2</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .				1,44					

## BAIBOHÔ

	26-1	26-2	27-1	27-2	54-1	54-2	54-3
<i>Détermination :</i>							
pH. . . . .	6,1	6,4	6,2	6,0	6,0	6,0	5,7
<i>Granulométrie :</i>							
Terre fine % . . . . .	99,5	100	99,0	92,8	100	100	100
Sable grossier % . . . . .	4,2	3,0	6,2	13,0	13,45	8,5	6,2
Sable fin % . . . . .	24,0	26,3	17,6	29,5	22,0	12,1	29,0
Limon % . . . . .	37,6	47,05	34,5	31,8	14,4	37,7	16,8
Argile % . . . . .	22,6	17,0	24,15	20,15	29,8	34,8	41,4
Humidité 105° % . . . . .	6,37	5,63	6,79	4,31	12,28	5,31	5,83
Humidité équivalente. . . . .	49,6	44,4	49,5	28,7	52,1	36,6	36,0
Indice de dispersion . . . . .	47,2	56,9	38,7	9,6	50,9	67,9	83,8
Indice d'agrégation. . . . .	92,0	68,4	83,7		70,5	38,4	47,6
<i>Matière organique :</i>							
Mat. org. tot. ‰ . . . . .	52,4	9,65	106,9	12,4	68,8	15,5	7,9
Azote total ‰ . . . . .	2,82	0,73	4,69	0,61	2,21	1,37	0,92
C/N . . . . .	11	7	13,0	11,8	17	6,4	5
Humus oxalate ‰ . . . . .	0,43	0,16	1,58	0,52	0,55	0,12	0,08
Humus { précipit. ‰ . . . . .					2,4	1,6	1,3
Soude { non précip. ‰ . . . . .					2,5	0,9	0,5
R . . . . .					49	67	72
<i>Complexe absorbant :</i>							
CaO Ech. — ‰ . . . . .	2,71	2,48	4,62	2,70	1,62	1,47	1,31
MgO Ech. — ‰ . . . . .	0,73	0,71	0,97	0,90	0,18	0,13	0,13
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . . . .	0,06	0,055	0,10	0,04	—	0,015	0,08
Cap. Ech. en még/100 g. . . . .	29,4	21,1	43,8	21,0	23,7	23,85	12,85
S. en még/100 g. . . . .	13,4	12,47	21,47	14,15	—	6,19	5,72
V. % . . . . .	45,6	59,1	49,0	67,4	—	25,9	44,5
Acide phosph. ass. ‰ . . . . .	0,089	0,019	0,102	0,018	0,005	0,011	0,032
Perte au feu % . . . . .	21,41	24,46	22,19	10,37	22,02	16,38	16,83

## BAIBOHO

	59-1	59-2	59-3	60-1	60-2	60-3	60-4
<i>Détermination :</i>							
pH. . . . .	5,6	5,8	6,2	5,6	5,6	5,5	5,3
<i>Granulométrie :</i>							
Terre fine % . . . . .	100	98,7	98,9	99,7	100	100	100
Sable grossier % . . .	4,35	25,2	25,65	6,55	2,9	0,8	24,4
Sable fin % . . . . .	8,8	11,2	18,2	23,1	6,3	13,0	33,8
Limon % . . . . .	42,5	24,1	25,6	31,65	58,7	20,65	15,9
Argile % . . . . .	34,9	34,8	27,0	21,75	23,0	59,0	21,5
Humidité 105° % . .	4,62	3,36	3,25	8,64	5,86	5,47	3,77
Humidité équivalente.	45,3	28,1	23,1	53,5	47,4	41,0	24,9
Indice de dispersion .	19,4	1,5	7,7	46,2	25,9		
Indice d'agrégation. .	75,0			83,2			
<i>Matière organique :</i>							
Mat. org. tot. ‰ . . .	43,3	13,1	3,4	82,7	31,7	10,7	5,2
Azote total ‰ . . . .	2,68	0,80	0,52	5,42	2,31	0,88	0,30
C/N . . . . .	10,4	9,2	4	9	8	7	10
Humus oxalate ‰ . .	0,66	tr.	0	4,50	0,62	0,46	0,44
Humus { précip. ‰ .				5,4	4,7	1,2	1,0
Soude { non précip. ‰				2,6	1,6	0,4	0,2
R . . . . .				67,5	74	74	83
<i>Complexe absorbant :</i>							
CaO Ech. — ‰ . . .	1,44	1,23	1,30	2,57	1,88	1,36	0,69
MgO Ech. — ‰ . . .	0,79	0,52	0,475	0,50	0,44	0,44	0,30
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . .	0,05	0,10	0,13	0,15	0,10	0,12	0,10
Cap. Ech. en méq/100 g.	28,1	18,5	20,0	38,4	34,1	28,6	13,85
S. en méq/100 g. . . .	9,16	7,17	7,26	11,95	9,08	7,27	4,16
V. % . . . . .	32,6	38,8	36,3	31,1	26,6	25,4	30,0
Acide phosph. ass. ‰.	0,019	0,011	0,05	0,156	0,070	0,027	0,055
Perte au feu % . . . .	21,46	12,33	9,81	28,47	18,50	16,01	7,97

## COLLUVIONS

	10-1	10-2	17-1	17-2	51-0	51-1	51-2	51-3
	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Détermination :</i>								
pH . . . . .	5,1	5,3	5,7	5,5	5,2	5,3	5,5	4,6
<i>Granulométrie :</i>								
Sable grossier % . . . . .	—	33,5	31,0	39,8	3,2	4,8	2,65	—
Sable fin % . . . . .	—	29,0	21,8	12,7	20,4	22,5	9,2	—
Limon % . . . . .	—	13,7	13,6	29,25	37,45	31,3	40,8	—
Argile % . . . . .	—	21,35	28,65	14,6	23,0	29,9	42,8	—
Humidité 105° % . . . . .	3,71	1,93	2,40	2,58	5,23	5,30	4,35	10,8
Humidité équivalente . . .	26,9	12,0	19,7	17,7	52,7	48,8	44,4	
Indice de dispersion . . . .		15,5	38,8	45,9	36,2	36,9	5,1	
Indice d'aggrégation . . . .		—	35,6	12,1	91,9	89,7	75,2	
<i>Matière organique :</i>								
Mat. org. tot. ‰ . . . . .	75,8	5,9	25,8	10,3	106,9	62,0	5,2	427,5
Azote total ‰ . . . . .	2,96	0,44	1,43	0,60	3,72	1,82	0,56	12,53
C/N . . . . .	15	7,7	10,5	10	16,8	20	5,4	19,5
Humus oxalate ‰ . . . . .	9,12	0,66	1,50	0,48	5,28	2,46	0,58	3,72
<i>Complexe absorbant :</i>								
CaO Ech. — ‰ . . . . .	0,56	0,44	1,34	0,84	0,575	0,69	0,75	2,33
MgO Ech. — ‰ . . . . .	0,14	0,05	0,28	0,19	0,15	0,25	0,18	0,80
K <sub>2</sub> O Ech. — ‰ . . . . .	0,504	0,013	0,17	0,065	0,16	0,09	—	0,33
Cap. Ech. en méq/100 g. . .	19,0	6,7	12,7	16,0	21,1	21,7	27	77
S. en méq/100 g. . . . .	2,77	1,85	0,52	4,07	3,13	3,89		12,96
V. % . . . . .	14,6	27,6	51,3	25,4	14,8	17,9		16,8
Acide phosph. ass. ‰ . . . .	0,203	0,025	0,061	0,049	0,273	0,062	0,030	0,029
Perte au feu % . . . . .	16,76	7,48	11,50	9,49				

## BIBLIOGRAPHIE

## GÉNÉRALITÉS. MISE EN VALEUR

- (1) CIOLINA (F.), 1946. — Les aménagements hydrauliques et l'agriculture à Madagascar. — *Agron. Trop.*, 5-27.
- (2) DECARY (R.), 1923. — Le District de Maromandia. — *Bull. Écon. Mad.*, 2, 1-18.
- (3) FRANÇOIS (E.), 1933. — L'Ankaizinana. — *Rev. Mad.*, 4.

## GÉOLOGIE

- (4) BESAIRIE (H.), 1933. — Recherches géologiques à Madagascar. La Géologie du Nord-Ouest. — Pitot de la Beaujardière. Tananarive.
- (5) — 1932-33. — Cartes géologiques au 1/200.000<sup>e</sup>. Feuilles d'Ambanja, Ampombilava et Bealanana. — Bureau géologique du Service des Mines de Madagascar. Tananarive.
- (6) DECARY (R.), 1926. — Les roches éruptives post-liasiques dans la région de Maromandia et de l'Ankaizinana. — *Bull. Écon. Mad.*, 2, 73-75.
- (7) LACROIX (A.). — La Minéralogie de Madagascar, I et III. — Challamel, Paris.
- (8) PERRIER DE LA BATHIE (H.), 1926. — Le Tsaratanana, l'Ankaratra et l'Andringitra. — *Bull. Écon. Mad.*, 40-54.

## VÉGÉTATION ET PÂTURAGES

- (9) DUFOURNET (R.), 1950. — Contribution à l'étude de la végétation spontanée des terres à Cafésiers d'Arabie dans le nord de Madagascar. Région de Bealanana. — *Agron. Trop.*, 292-297.
- (10) — 1950. — Les pâturages et l'élevage dans la région de Bealanana. — *Agron. Trop.*, 593-605.
- (11) PERRIER DE LA BATHIE (H.), 1909. — Étude de biogéographie de la région nord-ouest de Madagascar. — *Bull. Écon. Mad.*, 113-37.
- (12) ROUQUETTE, 1913. — Étude des pâturages de la province d'Analalava. — *Bull. Écon. Mad.*, 247-262.

## CAFÉ D'ARABIE

- (13) *Anonyme*, 1933. — Possibilités de culture du Caféier d'Arabie à Madagascar. — *Agric. et Elev. à Madagascar*, n° 4.
- (14) BOURIQUET (G.), 1935. — Le Café d'Arabie dans l'Ankaizina, les vallées de la Manampatrana, de l'Amparihy et l'*Hemileia vastatrix*. — *Bull. Écon. Mad.*, 323-330.
- (15) DUFOURNET (R.), 1950. — Le Caféier d'Arabie dans le nord de Madagascar et l'*Hemileia vastatrix*. — *Agron. Trop.*, 297-303.
- (16) FRANÇOIS (E.), 1934. — Café de Madagascar. — *Agric. et Elev. à Madagascar*, 13.
- (17) — 1931. — La culture de *C. arabica* dans l'Est africain. — *Bull. Écon. Mad.*, 61-79.
- (18) PORTÈRES (R.), 1948. — Sur la culture du *Coffea arabica* au Cameroun français. — *Agron. Trop.*, 297-303.
- (19) MOHR (J.), 1944. — The soils of equatorial regions. — 673 p. J. W. Edwards, Ann Arbor, Michigan.

## MÉTHODES ANALYTIQUES

- (20) ANNE (P.), 1945. — Sur le dosage de la matière organique des sols. — *Ann. Agron.*, 161.
- (21) BAUYENS (J.), 1936. — Les sols du Bas-Congo. — Bruxelles, p. 181-182.

- (22) CHAMINADE (R.), 1946. — Sur une méthode de dosage de l'humus des sols. — *C. R. Ac. Agric.*, p. 131-134.
- (23) DEMOLON (A.), 1948. — Dynamique du sol. p. 363. — Dunod, Paris.
- (24) GRAHAM (E. R.), 1948. — Determination of soil organic matter by means of a photoelectric colorimeter. — *Soil Sci.*, 55, 181-184.
- (25) PEECH (M.), 1945. — Détermination of exchangeable cations and exchange capacity of soils. Rapid micro-methods, utilising centrifuge and spectrophotometer. — *Soil Sci.*, 59, 25-28.

### SUMMARY

The Ankaizinana is situated in the north-western part of Madagascar. It is a hilly and even mountainous region, its altitude varying from 1000 to 2000 meters. Rivers are numerous, but the lowlands are very poorly drained. The parent materials for the soils are gneiss and granites and volcanic rocks (most of which are basalt). Vegetation consists mostly of grass. Forests are restricted to mountain tops. The climate presents two seasons: one warm and rainy, the other cool and misty. Local populations are rice growers. Cattle is abundant.

The soils have been divided into zonal, intrazonal and azonal.

The zonal soils are crusts; yellow lateritic derived from gneiss and granite; reddish brown and brown derived from volcanic material.

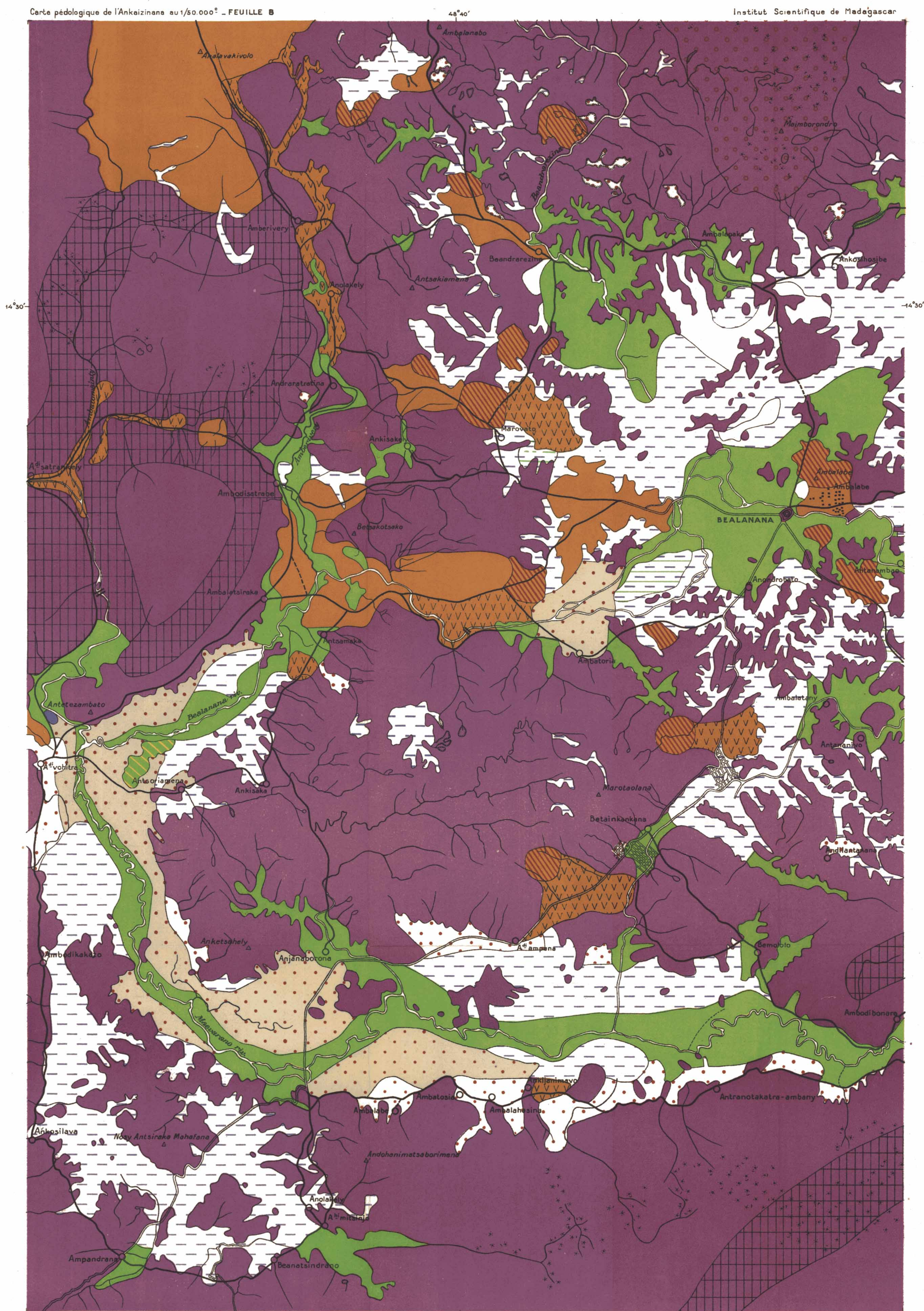
Intrazonal soils are bog and meadows.

The azonal soils are mostly alluvial material. Agricultural extensions are studied and special attention is paid to *Coffea arabica*. Descriptions of numerous profiles are given as well as analytical data which include pH, mechanical composition, organic matter, nitrogen, exchangeable bases, available and total phosphorus, silica/alumina ratio.













Litho. et Imp. du S.G.M. 1951



